Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой МСП
_____ Б.Н.Гузанов
«____»_____201__ г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СБОРКИ И СВАРКИ ЛОНЖЕРОНА

Пояснительная записка к дипломному проекту
направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение
(по отраслям)
профиля Машиностроение и материалообработка
профилизации Технологии и технологический менеджмент
в сварочном производстве

Идентификационный код ВКР: 723

Исполнитель
студент группы ЗСМ-403С Т.В. Копылов

Руководитель
доц., канд. пед. наук М.А. Федулова

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 101 листов машинописного текста, 16 рисунков, 32 таблицы, 26 использованных источников литературы, 2 приложения на 3 листах, графическую часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: ЛОНЖЕРОН, СТАЛЬ 12ХН2, РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ГАЗОВАЯ СМЕСЬ К - 20, ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ И СВАРКИ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ, ПРОФЕССИЯ «ЭЛЕКТРОСВАРЩИК НА АВТОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ МАШИНАХ»,

В дипломном проекте проведена разработка технологического процесса сборки и автоматической сварки в среде защитных газов лонжерона.

В методической части разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда.

В экономическом разделе произведены расчеты капиталообразующих инвестиций, себестоимость изготавливаемой конструкции и расчет основных показателей сравнительной эффективности.

В методическом разделе разработана программа переподготовки по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах 4го квалификационного разряда».

В разделе безопасность труда и экологичность проекта рассмотрены условия и глобальные экологические проблемы современности.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Развитие современной техники выдвигает особые требования к несущим системам конструкций, в этой связи в настоящее время становится востребованным изготовление рам автомобилей, обладающих высокой прочностью в широком диапазоне температур, устойчивых против воздействия агрессивных сред, а также обладающих специальными механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

Рама является самым тяжелым и металлоемким агрегатом автомобиля. Рамный автомобиль предназначен для работы в трудных условиях. Его рама принимает на себя все неровности дорожного покрытия, воспринимает скручивающие нагрузки, выдерживает вес автомобиля и должна держать форму при перепадах высот.

При этом рама автомобиля должна выполнять ряд требований: быть легкой, прочной, иметь высокую технологичность при производстве и ремонте для уменьшения издержек. Также рама должна иметь большой срок службы, превышающий таковой рок у агрегатов, установленных на ней. Жесткость и прочность рамы автомобиля должна обеспечивать неизменность расположения закрепленных узлов. Это условие должно выполняться при любых положениях автомобиля и при любых скоростях.

Раму имеют все грузовые автомобили, внедорожники, некоторые автобусы, прицепы, полуприцепы. Наибольшее распространение получили лонжеронные рамы.

Производство лонжеронов осуществляется с помощью наименее производительных и наиболее тяжелых по условиям работы способов сварки – ручной дуговой и полуавтоматической сваркой. Актуальным становится внедрение и замена этих способов на автоматическую сварку, что повлечет улучшение санитарно-гигиенических условий труда рабочих, снижение трудоемкости процесса

изготовления, повышение производительности труда, уменьшение экологической опасности производства.

Объектом разработки в представленной работе является технология изготовления металлоконструкций.

Предметом разработки является процесс сборки и сварки лонжерона.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления лонжерона с использованием автоматической и полуавтоматической сварки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать условия работы лонжерона и особые требования к ним;
- подобрать и обосновать проектируемый способ сварки металлоконструкции;
- провести необходимые расчеты режимов сварки;
- разработать технологию сборки-сварки лонжерона;
- выбрать и обосновать заготовительное, сварочное и сборочное оборудование;
- разработать программу переподготовки по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах 4-го разряда».
- разработать программу экономических расчетов капиталообразующих инвестиций, себестоимость изготавливаемой конструкции и расчет основных показателей сравнительной эффективности;
- разработать программу по безопасности и экологичности проекта.

1 Технологический раздел

1.1 Назначение, условия работы и особые требования конструкции

Эскиз сварной конструкции лонжерон представлена на рисунке 1.

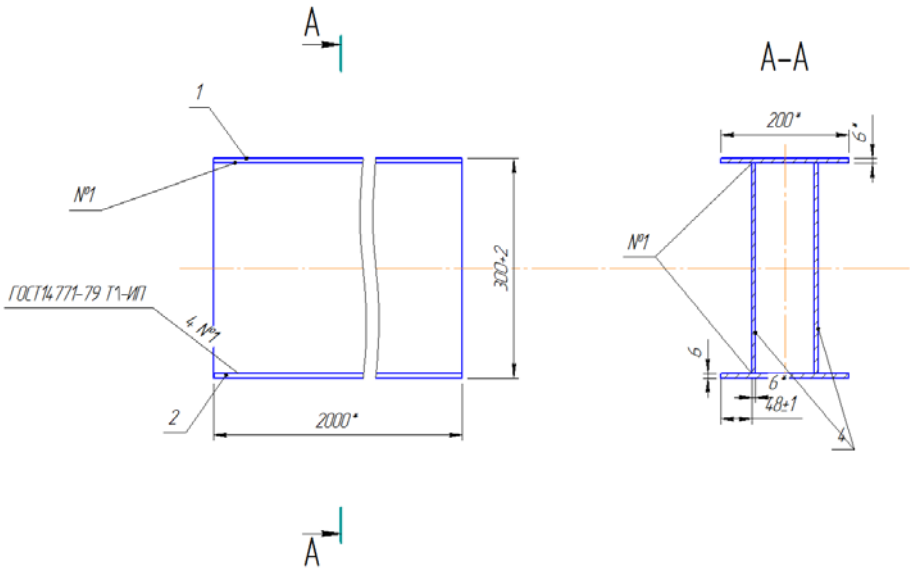


Рисунок 1 – Эскиз лонжерона

Лонжероны применяются в рамных конструкциях. Рама служит для установки и крепления кузова и всех систем, агрегатов и механизмов автомобиля. Рама является одной из ответственных и наиболее металлоемких частей автомобиля. Так, масса рамы грузового автомобиля может составлять 10... 15% от его сухой массы, т.е. собственной массы автомобиля без заправки топливом, маслом, охлаждающей и другими рабочими жидкостями, без водительского инструмента и запасного колеса. [1] Рама автомобиля работает в тяжелых условиях и при высоких нагрузках. Рама воспринимает вертикальные нагрузки от массы автомобиля, толкающие и скручивающие усилия, которые возникают при дви-

жении, а также находится под воздействием динамических нагрузок (толчков и ударов) при переезде дорожных неровностей.

К конструкции рамы предъявляются специальные требования, в соответствии с которыми она должна обеспечивать:

- требуемые прочность и надежность в эксплуатации при минимальной массе;
- неизменное взаимное положение агрегатов, механизмов и кузова автомобиля при любых условиях и режимах движения;
- высокую технологичность при производстве и ремонте рамы.

Рама самосвала - сварная из высокопрочной легированной стали, состоит из двух лонжеронов коробчатого сечения переменной высоты, соединенных между собой поперечинами.

Лонжеронная рама имеет обычно небольшую высоту и расположена практически целиком под полом кузова, а последний крепится к её кронштейнам сверху через резиновые подушки.

К передней поперечине и накладке рамы поперечной передней болтами крепится бампер. На лонжеронах рамы размещены два передних буксира. К задней торцевой накладке рамы приварены заднее буксировочное устройство и устройство для стопорения платформы в поднятом положении. Закрытая поперечина рамы используется как емкость для сжатого воздуха. Кронштейны подвески, двигателя, гидромеханической передачи и других узлов крепятся к раме сваркой. На раму устанавливаются: двигатель с элементами питания и охлаждения, гидромеханическая передача, кабина с органами управления, платформа с элементами опрокидывающего механизма.

Обслуживание рамы заключается в периодическом осмотре с целью обнаружения трещин и устранении их.

1.2 Характеристика конструкционного материала

Лонжерон предлагаем изготавливать из хромоникелевой стали 12ХН2, которая относится к группе легированных конструкционных сталей для сварных конструкций.

Сталь 12ХН2 применяется для изготовления шестерни, валов, червяков, кулачковых муфт, поршневых пальцев и других цементируемых деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности, пластичности и вязкости сердцевины и высокой поверхностной твердости, работающие под действием ударных нагрузок и при отрицательных температурах.

Химический состав и механические свойства стали 12ХН2 приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 – Химический состав стали 12ХН2 в соответствие с ГОСТ 4543-71 [2],%

C	Cr	Mn	Cu	Si	Mo	Ni	P	S
			не более				не более	
0,09-0,16	0,6-0,9	0,3-0,6	0,3	0,17-0,37	0,4-0,5	1,5-1,9	0,035	0,035

Таблица 2 - Механические свойства стали 12ХН2:

$\sigma_в$, МПа	σ_T, МПа	δ, %	ψ,%	KCU, Дж/см^2
780	590	12	50	88

$\sigma_в$ - предел кратковременной прочности;

σ_T - предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации);

δ - относительное удлинение при разрыве;

ψ - относительное сужение;

KCU - ударная вязкость.

1.3 Определение свариваемости стали

Свариваемость - свойство металлов или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки неразъемное соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Оценка склонности металла к образованию холодных трещин

Холодные трещины – локальные межкристаллические разрушения металла сварного соединения, возникающие под действием собственных напряжений при сварке.

Признаки холодных трещин (их отличия от горячих трещин):

- Образование трещин «слышно» после окончания процесса сварки
- При визуально-измерительном контроле трещины обнаруживаются после полного охлаждения изделия;
- Блестящий излом без следов высокотемпературного окисления.

Основные причины образования холодных трещин:

- Образование мартенсита из аустенита в околошовной зоне или в металле сварного шва;
- «Отрывы» по зоне сплавления аустенитных и низколегированных сталей при сварке аустенитными электродами или проволокой – мартенситное превращение аустенита в зоне перемешивания металла.

Чаще всего холодные трещины образуются в послесварочный период, иногда на протяжении нескольких суток.

Максимальная температура, при которой образуются холодные трещины равна 200˚С. Исследования показывают, что трещина всегда состоит из очага разрушения и участка развития трещин.

Очаг разрушения всегда находится на границе бывшего аустенитного зерна, а участок развития может проходить в том числе и по телу зерна.

Факторы, обуславливающие появление трещин:

- В структуре металла встречается мартенсит;

- В сварном соединении присутствуют растягивающие напряжения, которые могут определяться жесткостью конструкции, режимом сварки, типом металла шва, высокими скоростями охлаждения;
- Повышенное содержание водорода в металле сварного соединения.

Холодные трещины часто приводят к замедленному разрушению имеющему следующие закономерности:

- разрушения возникают после некоторого значения при нагружении конструкции постоянной нагрузкой;

Опасность этого вида разрушения в том, что трещины ни как не диагностируются, поскольку их нет. Металл находится в предварительно натянутом состоянии, т. е. напряжение присутствует, но уровень их еще не достаточен для появления трещин. Иными словами сварочные напряжения меньше предела прочности изделия.

При минимальном рабочем нагружении, рабочее напряжение накладываются на сварочные. Суммарная величина напряжений превышает предел прочности материала и появляются холодные трещины. При этом рабочее нагружение оказывается относительно небольшим по сравнению с расчетными проверочным, которое выполняется при конструировании изделия.

- после термической обработки сопротивляемость материала к разрушению холодными трещинами возрастает с течением времени - «отдых»;
- склонность к разрушению холодными трещинами после сварки можно полностью подавить при плавном охлаждении до - 70˚С, а затем при нагреве до 300˚С и последующем медленном охлаждении.

Для определения склонности стали к образованию холодных трещин воспользуемся методикой оценки эквивалентного углерода. Если при подсчете эквивалента углерода окажется, что Сэ < 0,45%, то сварка данной стали может выполняться без предварительного подогрева; если Сэ ≥ 0,45%, то необходим предварительный подогрев, тем более высокий, чем выше значение Сэ. [1].

В случае необходимости подогрева металла перед сваркой температура подогрева может быть оценена по методике, учитывающей химический состав свариваемой стали и ее толщину. Согласно этой методике полный эквивалент углерода Сэ определяют по формуле

$$Сэ=Cx+Cp \quad (1)$$

$$Cx=(360C+40Mn+40Cr+20Ni+28Mo)/360 \quad (2)$$

$$Cp=0,005\cdot\delta\cdot Cx \quad (3)$$

где Cx — химический эквивалент углерода;

Cp — размерный эквивалент углерода;

C, Mn, Cr, Ni, Mo – содержание легирующих элементов в %;

δ – толщина свариваемых кромок, мм.

Если в уравнение (1) подставить значение Cp из формулы (2), то полный эквивалент углерода рассчитывают по формуле (4):

$$Сэ = Cx\cdot(1+0,005\cdot\delta) \quad (4)$$

Определив полный эквивалент углерода, необходимую температуру предварительного подогрева находят по формуле

$$T_n = 350\sqrt{Сэ - 0,25} \quad (5)$$

Выполним необходимые расчеты для стали 12ХН2 по формулам (1) , (2), (3)

$$Cx = (360\cdot0,13+40\cdot0,45+40\cdot0,45+20\cdot1,73+28\cdot0)/360=0,33\%$$

$$Сэ = 0,33 \cdot (1+0,005 \cdot 6) = 0,34\%$$

Поскольку полученное значение Сэ = 0,34% не более 0,45% сталь не склонна к образованию холодных трещин и относится категории хорошо свариваемых сталей, следовательно сталь 12ХН2 сваривается без предварительного подогрева.

Оценка склонности металла к образованию горячих трещин

Горячие трещины – межкристаллитные, хрупкие разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающие в твердожидком состоянии в процессе кристаллизации сварного шва.

При кристаллизации жидкий металл претерпевает ряд изменений:
Жидкость → Жидко-твердый → Твердо – жидкий → Твердый.

В твёрдо–жидком состоянии образуется скелет сросшихся кристаллов, между которыми находится металл в жидком состоянии.

Металл шва в этой фазе обладает очень низкими деформационными способностями и малой прочностью. При малейшем напряжении появляются разрывы в структуре. При дальнейшей кристаллизации прочность и пластичность возрастут.

Температурный интервал, в котором металл находится в Твердо – жидком состоянии и обладает малой деформационной способностью и прочностью, называют температурным интервалом хрупкости (ТИХ). При кристаллизации в этом интервале температур появляется усадка и сокращение (линейное) длины шва. Следовательно, возникают деформации и как следствие, образуются горячие трещины.

Склонность сталей к образованию горячих трещин оценивается по показателю Уилкинсона:

$$HCS = \frac{C \cdot (S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100}) \cdot 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V} \qquad (6)$$

Если HCS < 4, при ($\sigma_в$ < 700 мПа) тогда принято считать, что сталь не склонна к образованию горячих трещин, также если HCS > 2 при ($\sigma_в$ > 700 мПа), в этом случае сталь также не склонна к образованию горячих трещин.

Рассчитываем по формуле (6) HCS для стали 12ХН2:

$$HCS = \frac{0{,}13 \cdot (0{,}035 + 0{,}035 + \frac{0{,}27}{25} + \frac{1{,}73}{100}) \cdot 10^3}{3 \cdot 0{,}45 + 0{,}75} = 6{,}1$$

Т.к. HCS = 6,1, а это больше 2, то сталь 12ХН2 склонна к образованию горячих трещин.

Для устранения больших объемов жидких межкристаллических прослоек применяются металлургические и технологические меры, к которым можно отнести:

1) использование основного металла и сварочной проволоки с минимальным содержанием серы и углерода;

2) применение сварочной проволоки с повышенным содержанием марганца;

3) введение в сварочную ванну алюминия и титана для связывания серы;

4) уменьшение доли основного металла в металле шва и др.

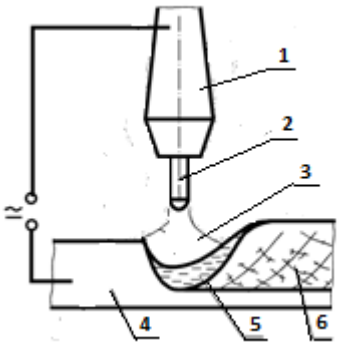
1.4 Выбор способа сварки

Сварка – это процесс получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого. В настоящее время создано очень много методов сварки. Все известные виды сварки приведены и классифицированы в ГОСТ 19521-74 [3] .

Дуговая (электродуговая) сварка. Дуговая сварка металла это сварка плавлением, при которой нагрев свариваемых кромок осуществляется теплом электрической дуги. Наибольшее применение получили четыре способа дуговой сварки.

Анализ базового способа сварки

Ручная дуговая сварка может производиться двумя способами: неплавящимся электродом и плавящимся электродом. Схема ручной дуговой сварки неплавящимся электродом представлена на рисунке 2.



1 – держатель электродов; 2 – неплавящийся электрод; 3– дуга; 4 – основной металл; 5 –сварочная ванна; 6 – шов

Рисунок 2 – Схема ручной дуговой сварки неплавящимся электродом

При ручной дуговой сварке неплавящимся электродом. [3]. Свариваемые кромки изделия приводят в соприкосновение. Между неплавящимся (угольным или графитовым) электродом и изделием возбуждают дугу. Кромки изделия и вводимый в зону дуги присадочный материал нагреваются до плавления, образуется ванночка расплавленного металла. После затвердевания металл в ванночке образует сварной шов. При сварке угольным электродом дуга горит в парах углерода. Этот способ используется при сварке цветных металлов и их сплавов, а также при наплавке твердых сплавов.

Достоинства ручной дуговой сварки неплавящимся электродом:

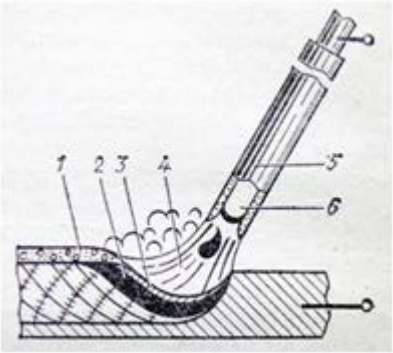
- возможность сварки активных металлов (алюминий, медь, титан);

- возможность сварки деталей из металла не большой толщины;
- высокая концентрация тепловой энергии, высокая температура дуги (15000˚-25000˚С);
- «чистый » процесс, нет угара химических элементов.

Недостатки ручной дуговой сварки неплавящимся электродом:

- требуется очень высокая квалификация сварщиков;
- относительно низкая производительность процесса;
- невозможность сварки на открытом воздухе.

При ручной дуговой сварке плавящимся электродом используется так называемый штучный электрод с покрытием-обмазкой. Этот способ является основным при ручной сварке. Электрическая дуга возбуждается аналогично первому способу, но расплавляет и электрод и кромки изделия. Получается общая ванна жидкого металла, которая, охлаждаясь, образует шов. Схема ручной дуговой сварки плавящимся электродом представлена на рисунке 3.



1 – закристаллизовавшийся шлак; 2 – закристаллизовавшийся металл сварного шва;
3– расплавленный металл сварочной ванны; 4 – сварочная дуга;
5 –обмазка электрода; 6 – электрод

Рисунок 3 – Схема ручной дуговой сварки плавящимся электродом

Достоинства ручной дуговой сварки плавящимся электродом:

- наиболее мобильный вид сварки;
- возможность сварки с надежной защитой сварочной ванны на монтаже (открытый воздух);

- возможность сварки в труднодоступных местах;
- широкий выбор предлагаемых марок электродов.

Недостатки ручной дуговой сварки плавящимся электродом:

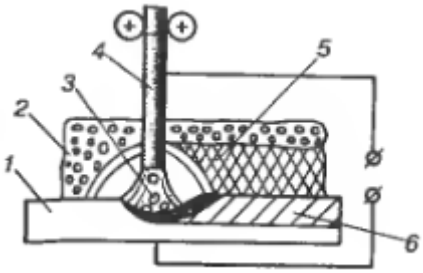
- качество шва зависит от квалификации и самочувствия сварщика;
- низкая производительность процесса;
- большой объем тепловложений.

В связи с этим рассмотрим электрическую дуговую автоматическую сварку.

Автоматическая сварка металла под флюсом

Особенность процесса автоматической дуговой сварки под флюсом является применение непокрытой сварочной проволоки и гранулированного (зернистого) флюса. Схема автоматической дуговой сварки под флюсом представлена на рисунке 4.

Сварку ведут закрытой дугой, горящей под слоем флюса в пространстве газового пузыря, образующегося в результате выделения паров и газов в зоне дуги. Сверху сварочная зона ограничена пленкой расплавленного шлака, снизу – сварочной ванной.



1 – основной металл; 2 – флюс; 3 – сварочная дуга; 4 – электродная проволока; 5 – закристаллизовавшийся шлак; 6 – сварной шов

Рисунок 4 – Схема автоматической дуговой сварки под флюсом

Сварку под флюсом выполняют плавящимся электродом. Дуга горит вблизи переднего края ванны, несколько отклоняясь от вертикального положения в сторону, обратную направлению сварки. Под влиянием давления дуги жидкий

металл также оттесняется в сторону противоположную направлению сварки, образуя кратер сварочной ванны. Под дугой находится тонкая прослойка жидкого металла, от толщины которой во многом зависит глубина проплавления. Расплавленный флюс, попадающий в ванну, вследствие значительно меньшей плотности всплывает на поверхность расплавленного металла шва и покрывает его плотным слоем защитного шлака.

Достоинства дуговой сварки под флюсом:

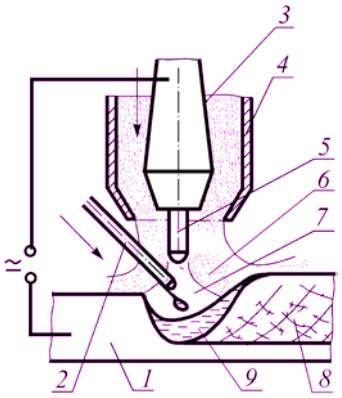
- получение швов с высокими механическими свойствами;
- глубокое проплавление свариваемого металла;
- высокая производительность процесса.

Недостатки дуговой сварки под флюсом:

- трудность сварки деталей небольших толщин;
- невозможность выполнения швов в положении, отличных от нижнего;
- затруднено визуальное наблюдение за процессом.

Дуговая сварка металла в защитном газе

Сварка в защитных газах — способ, при котором защита зоны дуги от вредного воздействия воздуха осуществляется газом. В качестве защитных используют инертные газы (аргон и гелий), не взаимодействующие со свариваемым металлом, и активные газы (углекислый газ, азот и др.), взаимодействующие со свариваемым металлом [3]. Сварка в защитных газах производится неплавящимся или плавящимся электродом. Схема дуговой сварки неплавящимся электродом представлена на рисунке 5.



1 – основной металл; 2 – присадочный металл; 3 – держатель электродов;
4 – сопло; 5 – неплавящийся электрод; 6 – струя газа; 7 – дуга; 8 – шов; 9 – сварочная ванна

Рисунок 5 – Схема дуговой сварки неплавящимся электродом

При сварке в защитных газах неплавящимся (вольфрамовым) электродом сварной шов формируется за счет металла расплавленных кромок изделия. При необходимости в зону дуги подается присадочный материал.

В зоне сварки осуществляется нагрев основного и присадочного материала до жидкого состояния теплотой электрической дуги, горящей между неплавящимся электродом и основным металлом. В сварочной ванне основной и присадочный металлы перемешиваются и взаимно растворяются. Расплавленный металл в зоне сварки защищен газом от взаимодействия с окружающей средой.

Детали толщиной до 2 мм обычно сваривают без присадочного металла. При толщине более 2 мм в дугу подается присадочная проволока. Химический состав присадочного материала должен быть близок к составу основного металла.

Схема дуговой сварки неплавящимся электродом представлена на рисунке 5.

Достоинства способа сварки неплавящимся электродом:

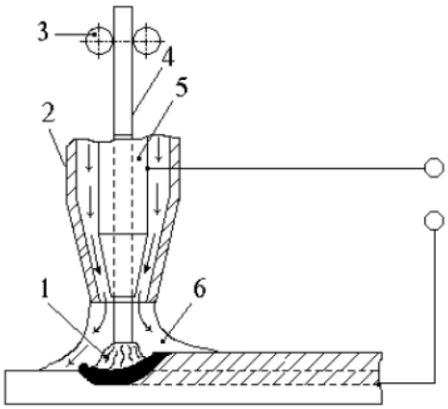
- Высокая устойчивость дуги независимо от рода (полярности) тока;
- Возможно получение металла шва с долей участия основного металла от 0 до 100%;

- Изменяя скорость подачи и угол наклона, профиль, марку присадочной проволоки можно регулировать химический состав металла шва и геометрические параметры сварного шва.

Недостатки способа сварки неплавящимся электродом:

- Низкая эффективность использования электрической энергии (коэффициент полезного действия от 0,40 до 0,55);
- Необходимость в устройствах, обеспечивающих начальное возбуждение дуги;
- Высокая скорость охлаждения сварного соединения.

При сварке в защитных газах плавящимся электродом подаваемая в зону дуги электродная проволока расплавляется и участвует в образовании шва. Схема дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом представлена на рисунке 6.



1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3– подающие ролики; 4 – электродная проволока; 5 –токоподводящий мундштук; 6 – защитный газ

Рисунок 6 – Схема дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом

Преимущества дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе:

- высокая плотность мощности, обеспечивающая относительно узкую зону термического влияния;
- возможность металлургического воздействия на металл шва за счет регулирования состава проволоки и защитного газа;

- широкие возможности механизации и автоматизации процесса сварки;
- высокая производительность сварочного процесса.

К недостаткам способа по сравнению со сваркой под флюсом относится необходимость применения защитных мер против световой и тепловой радиации дуги.

При сварке в среде защитных газов в зону горения дуги под небольшим давлением подается газ, который вытесняет воздух из этой зоны и защищает сварочную ванну от кислорода и азота воздуха.

Преимуществами сварки в защитном газе являются: возможность сварки различных материалов толщиной от долей мм до десятков и сотен мм во всех пространственных положениях, высокое качество соединений, высокая производительность, легкая механизация процесса.

Вывод о выборе способа сварки

Рациональное применение того или иного способа характеризуется технологичностью, производительностью экономичностью и экологичностью процесса сварки. Кроме того, выбранный способ сварки должен удовлетворять наличию требуемого оборудования на предприятии. Так ручная дуговая сварка неплавящимся электродом с присадочным металлом имеет весьма «чистый» процесс, не имеющий угара химических элементов, но обладающая низкой производительностью и требующая высокую квалификацию сварщика. Дуговая под флюсом – напротив, обладает автоматизацией и, соответственно производительностью, но у этого способа существуют трудности при сварке небольших толщин, т.к. хорошая тепловая изоляция сварочной дуги повышает ее давление, что способствует более глубокому проплавлению свариваемого металла.

Наибольшее распространение получили автоматизированные дуговые способы сварки в защитном газе плавящимся электродом. Сварка плавящимся электродом характеризуется универсальностью процесса, возможностью

сварки во всех пространственных положениях, на изделиях сложной геометрической формы без применения каких либо специальных приспособлений в зависимости от условий сварки.

В связи с чем, для сварки лонжерона применяем сварку в смесях инертного газа с углекислым газом плавящимся электродом.

1.5 Выбор сварочных материалов

Выбор защитного газа для сварки

В качестве защитных газов применяют инертные и активные газы, а также их смеси. Инертным и называются газы, которые химически не взаимодействуют с металлом и не растворяются в нем. В качестве инертных газов используют аргон (Ar), гелий (He) и их смеси.

Инертные газы применяют для сварки химически активных металлов (титан, алюминий, магний и др.), а также во всех случаях, когда необходимо получать сварные швы, однородные по составу с основным и присадочным металлом (высоколегированные стали и др.). Инертные газы обеспечивают защиту дуги и свариваемого металла, не оказывая на него металлургического воздействия.

Аргон поставляется по ГОСТ 10157—79[4] «Аргон газообразный и жидкий» следующих сортов с содержанием аргона не менее (%):

- высшего сорта (99,99),
- 1-го сорта (99,98),
- 2-го сорта (99,95),
- остальное — кислород (0,005), азот (0,004), влага (0,03).

Аргон и гелий поставляют в баллонах вместимостью 40 л под давлением 15 МПа. Баллон для аргона окрашен в серый цвет, надпись зеленого цвета; баллон для гелия — коричневый, надпись белого цвета. В связи с тем что гелий в 10 раз легче аргона, расход гелия при сварке увеличивается в 1,5—2 раза.

Активным и защитными газами называют газы, вступающие в химическое взаимодействие со свариваемым металлом и растворяющиеся в нем (углекислый газ, водород, пары воды и др.). Основным активным защитным газом является углекислый газ, который поставляется по ГОСТ 8050—76 «Двуокись углерода газообразная и жидкая». Для сварки используют сварочный углекислый газ чистотой 99,5%.

Углекислый газ хранят и транспортируют в жидком виде преимущественно в стальных баллонах емкостью 40 л под давлением 6,0—7,0 МПа. В баллоне находится 60—80% жидкой углекислоты, а остальное — испарившийся газ. Цвет баллона черный, надпись желтого цвета.

Смеси газов обладают в ряде случаев лучшими технологическими свойствами, чем отдельные газы. Например, смесь углекислого газа с кислородом (2—5%) способствует мелкокапельному переносу металла, уменьшению разбрызгивания (на 30—40%), улучшению формирования шва. Смесь из 70% He и 30% Ar увеличивает производительность сварки алюминия, улучшает формирование шва и позволяет сваривать за один проход металл большей толщины [6].

Наиболее распространенными при сварке сталей являются следующие защитные газовые смеси:

- смесь аргона с углекислым газом;
- смесь аргона с кислородом;
- смесь углекислого газа с кислородом.

Смесь аргона с кислородом

Газовая смесь аргона с кислородом обычно используется при сварке легированных и низкоуглеродистых сталей. Добавление к аргону небольшого количества кислорода позволяет предотвратить пористость.

Смесь углекислого газа с кислородом

При добавлении к углекислому газу кислорода снижается разбрызгивание при сварке, улучшается формирование шва, увеличивается выделение тепла, что

в некоторой степени повышает производительность сварки. С другой стороны, в результате повышенного окисления ухудшаются механические свойства швов.

Смесь аргона с углекислым газом

Применение смеси аргона и углекислого газа (обычно 18-25%) эффективно при сварке низкоуглеродистых и низколегированных сталей. По сравнению со сваркой в чистом аргоне или углекислом газе более легко достигается струйный перенос электродного металла. Сварные швы более пластичны, чем при сварке в чистом углекислом газе. По сравнению со сваркой в чистом аргоне меньше вероятность образования пор. Смесь аргона с углекислым газом значительно дешевле, чем чистый аргон.

В связи с этим сварку сварку стали 12ХН2 будем производить в смеси аргона с углекислым газом, в соотношении $Ar:CO_2$ (80:20)% (К-20).

Выбор сварочной проволоки

При сварке углеродистых и низколегированных сталей выбор сварочных материалов обусловлен обеспечением стойкости металла шва к образованию горячих и холодных трещин и требованиями к механическим и эксплуатационным свойствам металла шва.

Т.к. лонжерон изготавливают из стали 12ХН2, которая склонна к образованию горячих трещин. Для устранению межкристаллических прослоек должна применятся сварочная проволока с минимальным содержанием серы, углерода и максимальным содержанием марганца, а так же определенных количеств алюминия и титана для связывания серы.

Характеристика сварочной проволоки

При сварке в смеси газов сварочную проволоку выбирают таким образом, чтобы проволока содержала пониженное количество углерода, а в остальном ее химический состав максимально совпадал с химическим составом основного металла. Однако в нашем случае, согласно технологическим требованиям, требуется проволока с минимальным содержанием серы и угле-

рода, легированная титаном или алюминием и повышенным количеством марганца.

Для сварки лонжерона выбираем проволоку Св –08ХН2ГМТА.

Химический состав и механические свойства сварочной проволоки Св-08ХН2ГМТА приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Химический состав сварочной проволоки Св-08ХН2ГМТА по ГОСТ 2246-70, %[5]:

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	Ti	Mo
0,06 – 0,11	0,12 – 0,50	0,25 – 0,45	0,25 – 0,45	2,10 – 2,50	Не более 0,020	0,06 – 0,12	0,25 – 0,45

Таблица 4 – Механические свойства сварочной проволоки Св-08ХН2ГМТА:

$\sigma_в$, МПа	σ_T, МПа	δ, %
580	390	23

1.6 Расчет режимов сварки [6]

Расчет режима дуговой сварки в смеси газов таврового одностороннего соединения по размерам шва *e* и *h*

1. Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом;

1) диаметр электродной проволоки $d_{Э.П}$;

2) сварочный ток I_C;

3) скорость сварки V_C;

4) плотность тока J;

4) напряжение на сварочной дуге U_C;

5) вылет электродной проволоки l_B;

6) скорость подачи электродной проволоки $V_{Э.П}$;

7) общее количество проходов $n_{ПР}$;

8) расход защитного газа $q_{З.Г.}$

При механизированной сварке в смеси газов перемещение горелки выполняется вручную и в этом случае параметры V_C и l_B жестко не контролируются, хотя их расчет выполняется.

2. Подготовка исходных данных.

В исходные данные входят:

1) способ сварки по уровню автоматизации – автоматическая;

2) тип соединения - тавровое;

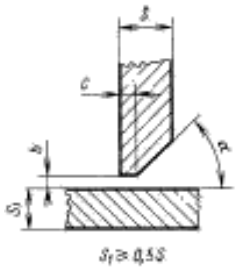
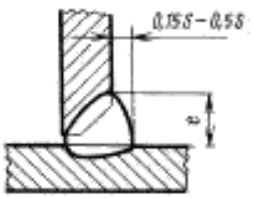
3)толщина свариваемого металла - S = 6мм;

4) положение шва и проходов - нижнее, один проход;

5) форма и размеры подготовки кромок - со скосом одной кромки.

Сведения о стандартных типах соединений, швов и форм подготовки кромок для дуговой сварки в защитных газах приведены в ГОСТ 14771-76[7] .

Таблица 5 - Фрагмент ГОСТ 14771-76 тавровое одностороннее. [7]

Условные обозначения сварного соеди-	Конструкционные элементы		Способ сварки	S, мм	b, мм		c, мм		e, мм		α,град +2°
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	Шва сварного соединения			Номин.	Предельное отклонение	Номин.	Предельное отклонение	Номин.	Предельное отклонение.	
Т6			ИП УП	6,0	0	+1	1	±1,0	8	±2	45

Тип шва по количеству проходов принимаем однопроходный, согласно таблице 6.

Таблица 6 – Тип шва по количеству проходов при сварке в смеси газов

Тип шва по количеству проходов	Толщина металла стыкового шва S , мм
Однопроходный	0,8…8
Двупроходный	3…12
Двусторонний многопроходный	13…120

Расчет режима сварки по размерам шва (ширине $e = 8мм$ и глубине проплавления h) производится для однопроходных швов. Сначала определяем основные параметры режимы $d_{ЭП}$,V_C и I_C непосредственно зависящие от размеров шва e и h, затем – дополнительные параметры: U_C, l_B,$V_{Э.П}$ и $q_{З.Г}$, являющиеся производными основных.

Диаметр электродной проволоки может изменяться в сравнительно широких пределах, а скорость сварки и сварочный ток определяются; однозначно при строго заданных двух размерах шва.

12. Диаметр электродной проволоки $d_{Э.П}$ зависит от толщины металла S и глубины проплавления h. Однако глубина проплавления зависит от величины зазора $в$ между кромками, формы подготовки кромок. Чтобы учесть эти факторы, вводим расчетную глубину проплавления h_P которую можно определить по формуле 7.

Формула для расчета глубины проплавления при механизированной сварке (7):

$$h_P = 0{,}7s - 0{,}5b; \qquad (7)$$

$$h_P = 0{,}7 \cdot 6 - 0{,}5 \cdot 1 = 4{,}7мм$$

Математическая обработка практических рекомендаций дает выражение для расчета диаметра проволока, мм:

$$d_{Э.П} = \sqrt[4]{h_P} \pm 0{,}05 h_P, \qquad (8)$$

$$d_{Э.П} = \sqrt[4]{4{,}7} \pm 0{,}05 \cdot 4{,}7 = 1{,}47 \pm 0{,}24 = 1{,}23...1{,}71 мм.$$

Предельные значения $d_{ЭП}$ ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и положением шва. Полученный расчетным путем $d_{ЭП}$ = 1,61 округляем до ближайшего стандартного 1,6 и в дальнейших расчетах используем стандартное значение $d_{ЭП}$= 1,6мм.

Таблица 7 – Ограничения диаметра электродной проволоки при сварке в смеси газов

Положение шва	Диаметр электродной проволоки (мм) при сварке	
	механизированной	автоматической
«Лодочка», нижнее	0,8…2	0,8…2,0 (4,0)
Вертикальное	≤1,2…1,4	-
Горизонтальное, потолочное	≤1,2	-

2. Скорость сварки V_C рассчитываем по зависимости, мм/с:

$$V_C = K_V \frac{h_P^{1,61}}{l^{3,36}}, \qquad (9)$$

Коэффициент K_V зависит от диаметра электродной проволоки; его значения, полученные экспериментальным путем, приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Значения коэффициента K_V

$d_{ЭП}$, мм	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
K_V	1030	1065	1060	1100	1120	1150

K_V=1120, согласно таблице 5.5.

3.Вылет электродной проволоки, мм:

$$l = 10d_{Э.П} \pm 2d_{Э.П}, \quad (10)$$

$$l = 10 \cdot 1{,}6 \pm 2 \cdot 1{,}6 = 12 \pm 2{,}4 = 9{,}6...14{,}4 мм,$$

Скорость сварки:

$$V_C = 1120 \frac{4{,}7^{1{,}61}}{12^{3{,}36}} = 3{,}88 мм/с = 14 м/ч;,$$

Предельные значения скорости сварки ограничиваются уровнем автоматизации процесса: при механизированной сварке V_C =4…10 мм/с, тогда принимаем V_C = 4м/с.

4. Сварочный ток I_C определяем в зависимости от размеров шва, А:

$$I_C = K_I \frac{h_P^{1{,}32}}{l^{1{,}07}}, \quad (11)$$

Значения коэффициента K_I, полученного экспериментальным путем и зависящего от диаметра электродной проволоки, приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Значения коэффициента K_I [5]:

$d_{ЭП}$, мм	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
K_I	335	335	430	440	460	480

Принимаем K_I = 460.

Рассчитываем силу тока по формуле (11):

$$I_C = 460\frac{4{,}7^{1{,}32}}{12^{1{,}07}} = 300A,$$

5. Напряжение на сварочной дуге U_C зависит в основном от сварочного тока, а также от диаметра и вылета электродной проволоки, положения шва и других факторов, рассчитываем по формуле (12):

$$U_\partial = 14 + 0{,}05 I_C, \qquad (12)$$

$$U_\partial = 14 + 0{,}05 \times 300 = 29B,$$

6. Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{Э.П}^{(+)} = 0{,}53 \cdot \frac{I_C}{d_{Э.П}^2} + 6{,}94 \cdot 10^{-4}\frac{I_C^2}{d_{Э.П}^3}, \qquad (13)$$

$$V_{Э.П}^{(+)} = 0{,}53 \cdot \frac{300}{1{,}6^2} + 6{,}94 \cdot 10^{-4}\frac{300^2}{1{,}6^3} = 78 мм/с = 280 м/ч,$$

7. Расход защитного газа зависит от толщины металла и соответственно сварочного тока. Поэтому для расчета $q_{З.Г.}$ предлагается эмпирическая зависимость. Рассчитываем расход защитного газа по формуле (14) или (15):

$$q_{З.Г} = 3{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot I_C^{0{,}75}\ л/с, \qquad (14)$$

$$q_{З.Г} = 3{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot 300^{0{,}75} = 0{,}196\ л/с$$

или

$$q_{З.Г} = 0{,}2 \cdot I_C^{0{,}75}\ л/мин, \qquad (15)$$

$$q_{З.Г} = 0{,}2 \cdot 300^{0{,}75} = 11{,}88\ л/мин,\ \text{принимаем}\ q_{З.Г} = 12 л/мин$$

8. При сварке в защитных газах величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления в связи с потерями электродного металла.

Для сварки в смеси газов коэффициенты расплавления $\alpha_р$ и наплавки $\alpha_н$ необходимо рассчитывать по следующим формулам (16):

$$\alpha_р = 1{,}21 \cdot I_{св}^{(0{,}32)} \cdot L_э^{(0{,}38)} \cdot d^{(-0{,}64)}; \qquad (16)$$

$$a_p = 1{,}21 \cdot 300^{0{,}32} \cdot 12^{0{,}38} \cdot 1{,}6^{-0{,}64} = 15{,}76\ г/А \cdot ч$$

$$\alpha_н = a_p (1\text{-}0{,}05) = 15{,}76 \cdot 0{,}95 = 14{,}97\ г/А \cdot ч$$

9.Плотность тока рассчитывается по формуле (17):

$$j = \frac{I_{св}}{F_{эл}} = \frac{4 \cdot I_{св}}{\pi \cdot d^2}, \qquad (17)$$

где $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода

$$j = \frac{4 * 300}{3.14 * 1.6} = 149 A / мм$$

Таблица 10 – Режимы автоматической сварки в среде защитных газов, соединение Т6, ГОСТ 14771-76.

$d_{Э.П}$, мм	I_C, А	$V_{Э.П}$, м/ч	$\alpha_н$, г/А*ч	j, А/мм	$q_{З.Г}$, л/мин	V_C, м/ч	$U_д$, в
1,6	300	280	14,97	149	12	14	29

1.7 Выбор оборудования

Оборудование для сварки

Сварочный автомат АДГ-630

Автомат сварочный двухдуговой АДГ-630 с блоком управления предназначен для автоматической однослойной, многослойной сварки и наплавки электродной проволокой в среде защитных газов и под флюсом изделий.

Автомат сварочный двухдуговой АДГ-630 используется при сварке стыковых соединений (с разделкой и без разделки кромок), нахлесточных и угловых соединений, внутри и вне колеи автомата, а также при сварке угловых соединений «в лодочку». Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми.

Эскиз сварочного автомата АДГ – 630 представлен на рисунке 7.

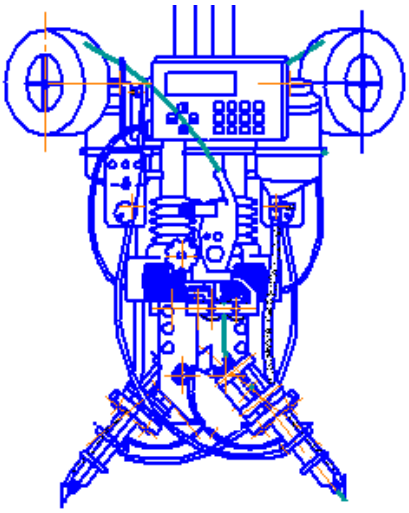


Рисунок 7 – Сварочный автомат АДГ-630

АДГ-630 в процессе сварки может перемещаться непосредственно по свариваемому изделию или рядом с изделием, а также может передвигаться по уложенной направляющей профильной линейке.

Основные преимущества автомата сварочного АДГ-630:

- Плавная регулировка скорости подачи электродной проволоки
- Плавная регулировка скорости перемещения тележки автомата

- Надежность и простота конструкции

Технические характеристики автомата сварочного АДГ-630 представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики автомата сварочного АДГ-630

Характеризуемые величины	Значения
Напряжение питающей сети, при частоте 50 Гц, В	3х380
Номинальный сварочный ток, при ПВ=60%, А	630
Диаметр электродной проволоки, мм	Стальная 1,6-2,4 Порошковая 1,6-3,2
Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	120 – 720
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	12-120
Пределы регулирования времени растяжки дуги, с	0,5-1,2
Угол поворота сварочной головки относительно вертикальной оси, град.	±90º
Угол поворота сварочной головки вокруг горизонтальной оси, град.	±45
Угол наклона токоподвода относительно вертикальной оси, град.	+45º (углом вперед) -30º (углом назад)
Ход вертикального суппорта, мм	100
Ход горизонтального суппорта, мм	100
Межосевое расстояние колес, мм	240
Колесная колея, мм	185
Вместимость кассеты для сварочной проволоки, кг	15
Масса трактора, без проволоки, кг	32
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	680х385х670

В качестве источника питания для сварочной головки АДГ-635 выбираем 2 выпрямителя сварочный ВДУ-506.

Выпрямитель сварочный универсальный ВДУ-506 предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами на постоянном токе, комплектации полуавтоматов и автоматов для сварки изделий из стали в среде защитных газов на постоянном токе. Является регулируемым тиристорным выпрямителем с жесткой или падающей внешней характеристикой.

Эскиз сварочного выпрямителя ВДУ-506 представлен на рисунке 8.

Рисунок 8 - Выпрямитель сварочный ВДУ-506

Технические характеристики выпрямителя сварочного ВДУ-506 представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Технические характеристики сварочного выпрямителя ВДУ-506

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	**ВДУ-506**
Напряжение питания, В	3х380
Номинальная потребляемая мощность, кВА	34
Частота питания сети, Гц	50
Номинальный сварочный ток, А (ПВ, ПН, %)	500 (60)
Пределы регулирования сварочного тока, А	60...500 50...500
Рабочее напряжение, В: - жесткие хар-ки - падающие хар-ки	 18...50 22...46
Напряжение холостого хода, не более, В	85
Диаметр штучных электродов, мм	2...6
Потребляемая мощность, кВА, не более	34
Масса, не более, кг	290
Габариты (ДхШхВ), мм	830х420х1080

Сварочный полуавтомат TAURUS 353

Сварочный аппарат TAURUS 355 принадлежит к моделям инновационных сварочных аппаратов нового поколения, разработанного на основе надёжной и испытанной инверторной технологии EWM. Область применения аппарата охватывает весь спектр производственных задач, обеспечивая высокое качество сварки многих материалов и сплавов.

Внешний вид сварочного полуавтомата TAURUS 355 представлен на рисунке 9.

Рисунок 9 - Сварочный полуавтомат TAURUS 355

Технические характеристики сварочного полуавтомата TAURUS 355 представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Технические характеристики сварочного аппарата TAURUS 355

Технические характеристики	**TAURUS 355**
1	**2**
Диапазон регулирования сварочного тока	5-350А
Сила тока при ПВ100% (температура окружающей среды 40°С)	350А
Напряжение холостого хода	79В
Напряжение сети	400 В (-25%;+20%)
Частота тока в сети	50/60Гц
Сетевой предохранитель	3×25А
Максимальная потребляемая мощность	15,0 кВА
Рекомендуемая мощность генератора	20,2 кВА
COS φ	0,99
Количество роликов в подающем механизме	4 (østd. 1,0-1,2 мм)
Скорость подачи проволоки	0,5-24 м/мин

Окончание таблицы 13

1	2
Габариты источника (Д×Ш×В), мм	625 х 300 х 535
Масса источника	41 кг
Класс защиты	IP 23
Класс изоляции	H

Сварочная колонна ПКТБА-КСА 1,0 х 1,0

Колонна оснащена механизмом стопорения консоли в случае аварийного обрыва цепи. Возможно перемещение консоли со сварочной плавно-регулируемой скоростью. Размеры колонны приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Размеры колонны ПКТБА-КСА

Характеризуемые величины	Значения
Общая ширина, мм	900
Общая длина, мм	2530
Общая высота, мм	3297
Минимальная высота горизонтальной консоли от пола, мм	836

Вращатель

Требования, предъявляемые к вращателю:

1) Возможность установления необходимой скорости вращения и постоянство скорости вращения;

2) Обеспечение необходимой грузоподъемности, которая должна быть не менее 225 кг.

ПКТБА- ВСУ-3

Планшайба имеет электропривод наклона планшайбы 0°…90° для обеспечения оптимального положения сварки. Цифровая индикация частоты вращения планшайбы. Пульт дистанционного управления. Технические характеристики приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики ПКТБА- ВСУ-3

Технические характеристики	Параметры
Грузоподъемность, кг	400
Диаметр планшайбы, мм	800
Скорость вращение планшайбы, об/мин	0,063-3,15
Габаритные размеры Д х Ш х В, мм	1060 х 830 х 800
Масса, кг	420

Сборочная плита

Сборочная плита предназначена для сборки данной металлоконструкции (лонжерон). Эскиз сборочной плиты представлен на рисунке 10.

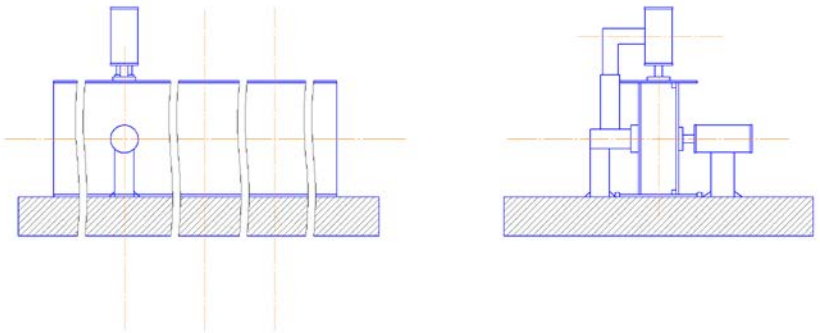


Рисунок 10 – Сборочная плита

Технические характеристики сборочной плиты приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики сборочной плиты

Характеризуемые величины	Значения
Габаритные размеры плиты, мм	2600х2000х200
Вес плиты, кг	1000

Заготовительное оборудование

Установка лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-S

Mitsubishi ML3015eX-S — 2D установка лазерной резки с летающей оптикой, с ручной загрузкой паллеты, максимальный размер листа 3050×1525 мм.

Внешний вид установки лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-S представлен на рисунке 11.

Рисунок 11 – 2D установка лазерной резки с летающей оптикой и ручной сменой паллеты Mitsubishi ML3015eX-S

Опционально оснащается автоматическим сменщиком паллет (2 шт.).

Номинальные (гарантированные) показатели резки:

- Углеродистая сталь: 20 мм.
- Нержавеющая сталь: 8 мм.
- Алюминий: 8 мм.

Основные технические характеристики установка лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-S:

Максимальный размер листа, мм	3050×1525
Нагрузка рабочего и сменного стола,кг	930
Перемещение по осям X/Y/Z, мм	3100×1565×150
Длина волны, мкм	10,6
Мощность лазера, Вт	2700
Пиковая мощность, Вт	3200
Низкое потребление резонаторного газа (смеси)	1л/час

Фаскосъёмная машина Вектор АВМ 28

Машина с автоматической подачей обрабатываемого листа позволяет снимать фаску со стальных плит одновременно сверху, спереди и снизу обрабатываемого края. Для увеличения хода машины используются дополнительные направляющие.

Внешний вид фаскосъёмной машины Вектор АВМ 28 представлен на рисунке 12.

Рисунок 12 - Фаскосъёмная машина Вектор АВМ 28

Технические характеристики фаскосъёмной машины Вектор АВМ 28 приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Технические характеристики фаскосъёмной машины Вектор АВМ 28

Характеризуемые величины	Значения
1	2
Напряжение	230 VAC, 50-60Hz
Потребляемая мощность, кВт	1,6
Шпиндель, об/мин	2780
Максимальная ширина фаски, мм	35
Скорость подачи, мм/мин	250-300

Окончание таблицы 18

1	2
Минимальная толщина листа, мм	10
Масса станка, кг	78,5
Дополнительная направляющая, мм	1200
Общая масса, кг	55

Листоправильная машина серии WD UBR

Листоправильная машина тяжелого типа (листоправильные вальцы) серии WD изготовленная по технологии UBR предназначена для правки листового металла путем многократного перегиба. Эскиз листоправильной машины представлен на рисунке 13.

Рисунок 13 - Листоправильная машина серии WD UBR

В таблице 19 представлены технические характеристики листоправильной машины серии WD UBR.

Таблица 19 - Технические характеристики листоправильной машины серии WD UBR

Параметр	Ед. изм	Значение
1	2	3
Предел текучести стали заготовки	МПа	360
Максимальная толщина заготовки	мм	32
Минимальная толщина заготовки	мм	6
Ширина заготовки	мм	80-1600

Окончание таблицы 19

1	2	3
Количество валков	шт	9
Диаметр валков	мм	300
Ширина валков	мм	1700
Точность правки лист 6~8	мм	3
Точность правки лист 9~32	мм	2
Рабочий ход верхних роликов	мм/м	-5~+60
Скорость правки	м/мин	9
мощность главного двигателя	кВт	180
Габариты правильной части	мм	2680×2400×2720
Габариты приводной части	мм	2995×2450×1535
Длина входного и выходного рольганга	мм	15000
Масса	кг	62000

Углошлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe

Углошлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe применяется для шлифовки, зачистки и резки твердых материалов из камня, бетона и т.д., без использования воды. Эскиз углошлифовальной машинки Bosch GWS26-230 JBVe представлен на рисунке 14.

Рисунок 14 - Углошлифовальная машинка Bosch GWS26-230 JBVe

Технические характеристики углошлифовальной машинки Bosch GWS26-230 JBVe:

Номинальная потребляемая мощность, Вт……..2.600

Число оборотов при холостом ходе,….. ……..16.500

Резьба шлифовального шпинделя……..... М 14

Диам. круга,мм ……230

Масса без кабеля ,кг ……6,4

1.8 Контроль качества сварных соединений

Задачей контроля качества сварных соединений является проверка изделия на прочность, установление материала нормативам, заданным размерам, обработке, а также отсутствия дефектов (ГОСТ 30242-97, ДСТУ 3491-96) [8] .

Дефекты сварных соединений:

- Наружные (подрезы, наплывы, незаваренные кратеры, прожоги, наружные трещины) – для контроля наружных дефектов выбран визуально - измерительный метод.
- Внутренние (поры, шлаковые включения; непровары, несплавления; трещины) – для контроля внутренних дефектов выбрана ультразвуковая дефектоскопия.

Визуально-измерительный метод контроля. (ГОСТ 23479-79, ДСТУ ISO 17637-2003). Визуальный метод контроля является старейшим и продолжает играть важнейшую роль. Контроль сварного соединения начинается с внешнего осмотра шва – суть визуального контроля.

Внешний осмотр производится как невооруженным глазом, так и при помощи технических приспособлений (Линейки, угольники, мерительная рулетка.). Преобразователи визуальной информации в телеметрическую позволяют контролировать состояние сварочной ванны расплавленного металла в процессе сварки, наблюдать за электронным лучом в вакуумной камере и др.

Ультразвуковая дефектоскопия (ГОСТ 14782-86, ДСТУ 4001,4002-2000) — метод, предложенный С. Я. Соколовым в 1928 году и основанный на исследовании процесса распространения ультразвуковых колебаний с частотой 0,5 — 25 МГц в контролируемых изделиях с помощью специального оборудования — ультразвукового дефектоскопа. Является одним из самых распространенных методов неразрушающего контроля.

Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70 представлен на рисунке 15.

Рисунок 15 - Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70

Данным проектом для контроля наличия наружных и внутренних дефектов, предусмотрен визуально-измерительный метод контроля и ультразвуковая дефектоскопия (УЗК).

1.9 Технология сборки и сварки лонжерона

Технология на сборку и сварку лонжерона представлена в таблице 20.

Таблица 20 - Технология сборки и сварки лонжерона

Номер операции	Наименование операции	Содержание операции	Используемое оборудование и режимы
1	2	3	4
1	Доставка листа со склада и контроль качества поверхности металла.	Лист стандартного размера 6000×1500мм транспортируется в зону правки и очистки поверхности. Транспортируемый металл проверяется на наличие окалины, ржавчины и других загрязнений	Мостовой кран, грузозахватные приспособления, подкрановые тележки
2	Правка	Произвести предварительную правку стандартного листа для удаления вмятин, волнистости, серповидности и др.	Листоправильная машины серии WD UBR
3	Резка	Лист разрезается по размерам: полка - 2000×200 мм; стенка - 2000×300 мм	Резка производится при помощи установка лазерной резки Mitsubishi ML3015eX-Sм

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
4	Подготовка кромок	Выполнить подготовку кромок под углом 45˚ с притуплением 1мм	Подготовка кромок производится при помощи фаскосъемной машины вектор АВМ 28
5	Контроль геометрических размеров	Осуществляется контроль формы и размеров деталей в соответствии с чертежами деталировки, а также проверяется чистота реза	Линейка и угольник
6	Правка	Удаление вмятин, волнистости и серповидности	Листоправильная машины серии WD UBR
7	Сборка	• Установить нижнюю полку на плиту сборочно-сварочного приспособления между базовыми фиксаторами; • Установить стенку 1 на магнит упора; • Установить стенку 2 на магнит нажимного диска горизонтального пневмоприжима на расстоянии 20±5мм от торца; • Установить верхнюю полку вниз, прижав левый край к верхнему упору; • Включить вертикальный пневмоприжим; • Включить горизонтальный пневмоприжим для перемещения стенки до контакта с бобышками; Осуществить прихватку собранных элементов изделия согласно чертежа 01: катет прихватки 4мм, отступ от торца 50-80мм; длина прихватки 20мм. • Приварить выводные планки размером 100×50×6мм, 16 штук.	Прихватки при сборке выполняются с помощью полуавтомата TAURUS 355. Параметры режима дуговой сварки прихваток в смеси газов плавящимся электродом: диаметр электродной проволоки $d_{Э.П}$=1,6мм; сварочный ток I_C=180А; напряжение на сварочной дуге $U_д$=25В; вылет электродной проволоки l_B=12мм скорость подачи электродной проволоки $V_{Э.П}$=280м/ч; расход защитного газа $q_{З.Г.}$=9л/мин
8	Контроль сборки	Контролировать зазоры и взаимное расположение деталей	Линейка, мерительная рулетка, угольники, набор щупов.

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
9	Зачистка	Удаление брызг, окалины, шлака	Зачистка выполняется шлифовальной машинкой Bosch GWS26-230 JBVe
10	Сварка	• Установить изделие в захваты кантователя, закрепить его винтовыми прижимами; • Установить сварочную головку в свариваемый стык под углом 40˚ к вертикальной стенке; • Произвести пробное перемещение сварочной головки и проконтролировать отсутствие смещения положения сварочной проволоки относительно центра разделки стыка свариваемых кромок, используя маршевую скорость аппарата; Настроить сварочный аппарат на режим сварки с вводных пластин, завершить сварку на выводных пластинах	Сварка осуществляется установкой для сварки, сварочным автоматом АДГ-630. Параметры режима дуговой сварки в смеси газов плавящимся электродом; ▪ диаметр электродной проволоки Св – 08ХН2ГМТА $d_{Э.П}$=1,6мм; ▪ сварочный ток I_C=300А; ▪ напряжение на сварочной дуге $U_д$=29В; ▪ скорость сварки V_C=14м/с; ▪ вылет электродной проволоки l_B=18мм ▪ скорость подачи электродной проволоки $V_{Э.П}$=280м/ч ▪ расход защитного газа (К-20), $q_{З.Г.}$=12л/мин
11	Кантовка на 180˚	Кантовать изделие на 180˚. Повторить операции указанные в пункте 11	Вращатель ПКТБА- ВСУ-3
12	Удаление выводных планок	Удаление выводных планок	Угловая шлифовальная машинка с абразивным кругом Bosch GWS26-230 JBVe
13	Зачистка мест сварки планок	Удаление остаточных элементов прихваток, брызг и окалины	Угловая шлифовальная машинка с абразивным кругом Bosch GWS26-230 JBVe
14	Правка	Удаление грибовидности	Правильно-гибочный стан
15	Зачистка сварных швов	Удаление брызг, шлака	Зачистка выполняется шлифовальной машинкой Bosch GWS26-230 JBVe

Окончание таблицы 20

1	2	3	4
16	Контроль готового изделия	На данном этапе производится визуальный контроль формы шва, отсутствие подрезов, трещин, наличие наружных и внутренних дефектов.	Линейки, мерительная рулетка. Ультразвуковой дефектоскоп УД2-70.
17	Складирование	Готовый лонжерон отправляется на склад готовой продукции	Мостовой кран, подкрановая тележка

2 Экономическая часть

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки лонжерона, изготовляемого из стали марки 12ХН2 с применением автоматической сварки в среде защитных газов. При этом для сборки и сварки использовалась сварочная установка, в состав которой входили: сварочный полуавтомат АДГ - 635 с двумя источниками ВДУ-506, сварочный полуавтомат TAURUS 353 , баллон с углекислотой.

По базовому варианту работа выполнялась ручной дуговой сваркой.

Проектируемая технология предполагает замену ручной дуговой сварки лонжерона на автоматическую сварку в защитной смеси К-20 (Ar-80%; CO_2 – 20%).

2.1 Определение капиталообразующих инвестиций

Определение технологических норм времени на сварку лонжерона [9].

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт\text{-}к}$, *ч.*, состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт\text{-}к} = t_{осн} + t_{пз} + t_{в} + t_{обс} + t_{п}, \quad (18)$$

где $T_{шт\text{-}к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, *ч.*;

$t_{осн}$ – основное время, *ч.*;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, *ч.*;

$t_{в}$ – вспомогательное время, *ч.*;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, *ч.*;

$t_{п}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, *ч.*

Основное время ($t_{осн}$, *ч)* – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \qquad (19)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, *м* $\Sigma L_{шв}$ = 8 *м*;

$V_{св}$ – скорость сварки (поектируемый вариант), м/ч, $V_{св}$ = 14 *м/ч;*

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св}$ = 10 *м/ч*

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{8}{10} = 0{,}8\ ч. \text{ (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{8}{14} = 0{,}57\ ч. \text{ (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = \frac{0{,}8 \cdot 10}{100} = 0{,}08 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0{,}057 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_в$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_э$, осмотр и очистку свариваемых кромок $t_{кр}$, очистку

швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$ *(3)*:

$$t_в = t_э + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (20)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$t_э$ = 5 *мин* = 0,083 ч.

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв}\,(0{,}6 + 1{,}2 \cdot (n_C - 1)) \quad (21)$$

где n_C – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, *м*, $L_{шв}$ = 8 *м*

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле (22) для обоих вариантов

$$t_{кр} = 8 \cdot (0{,}6 + 1{,}2) = 14{,}4 \text{ мин.} = 0{,}24\ ч. \quad (22)$$

Сварка и в базовом и проектируемом варианте производится в один проход. Время на очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$ рассчитываем по формуле

$$t_{бр} = L_{шв}\,(0{,}6 + 1{,}2 \cdot (n_C - 1)) = 14{,}4 = 0{,}24\ ч.$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл}$ = 0,21 мин.

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 21.

Таблица 21 − Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0{,}14\ ч.$$

Таким образом рассчитываем значение $t_в$ для обоих вариантов (оно одинаково)

$$t_в = 0{,}083 + 0{,}24 + 0{,}24 + 0{,}14 + 0{,}21 = 0{,}9\ ч.$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0{,}06 \ldots 0{,}08) \cdot t_{осн} \qquad (23)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле (23) для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0{,}07 \cdot 0{,}8 = 0{,}056\ ч.$$

$$t_{обс} = 0{,}07 \cdot 0{,}57 = 0{,}039\ ч.$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном положении

$$t_п = 0{,}07 \cdot t_{осн} \qquad (24)$$

Рассчитываем $t_п$ по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_п = 0{,}07 \cdot 0{,}8 = 0{,}056\ ч.$$

$$t_п = 0{,}07 \cdot 0{,}57 = 0{,}039\ ч.$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт\text{-}к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле (18):

$$T_{шт\text{-}к} = 0{,}8 + 0{,}08 + 0{,}9 + 0{,}056 + 0{,}056 = 1{,}89\ ч.$$

$$T_{шт\text{-}к} = 0{,}57 + 0{,}057 + 0{,}9 + 0{,}039 + 0{,}039 = 1{,}6\ ч.$$

$T_{шт\text{-}к} = 1{,}89\ ч.$ (базовый вариант);

$T_{шт\text{-}к} = 1{,}6\ ч.$ (проектный вариант).

Определяем *общую трудоемкость годовой производственной программы* $T_{произв.\ пр.}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле (25):

$$T_{произв.\ пр.} = T_{шт\text{-}к} \cdot N, \qquad (25)$$

где N – годовая программа, *шт.*, в нашем случае $N = 100$ *шт.*

$T_{произв.\ пр.}$ = 1,89 · 100 = 189 *ч.* (базовый вариант);

$T_{произв.\ пр.}$ = 1,6 · 100 = 160 *ч.* (проектный вариант).

Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса $C_{P,}$ по формуле (26)

$$C_p = \frac{T_{произв.пр.}}{Ф_д \cdot K_н} \cdot 100, \qquad (26)$$

$C_P = \frac{189}{1914 \cdot 1{,}2} = 0{,}8$; примем $C_П$ = 1 шт. (базовый вариант);

$C_P = \frac{160}{1914 \cdot 1{,}2} = 0{,}6$; примем $C_П$ = 1 шт. (проектируемый вариант).

Принятое количество оборудования $C_П$ определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 − 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования $K_З$ производим по формуле (27):

$$K_З = \frac{C_P}{C_П} \qquad (27)$$

$$K_з = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ (базовый вариант);}$$

$$K_з = \frac{0,6}{1} = 0,6 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы 22.

Таблица 22 – Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Годовая производственная программа выпуска	шт.	100	100
Инверторный сварочный аппарат Ресанта САИ 250, Ц $_{опт}$	руб./шт.	11130	
Сварочный автомат АДГ-630 с источником питания ВДУ-506 (2 шт)	руб./шт.	-	45090
Поворотная колонна	руб./шт.		1130000
Двухстоечный кантователь	руб./шт.	110000	110000
Сталь 12ХН2, $Ц_{к.м}$	руб./т	56500	56500
Сварочные электроды УОНИ-13/55, Ø 5 *мм*, $Ц_{о.р.м}$	руб./кг	50	
Сварочная проволока Св-08ХН2ГМТА, Ø 1,2 *мм*, $Ц_{о.р.м}$	руб./кг		115
защитный газ CO_2, $Ц_{з.г}$	руб./л	-	
защитный газ (смесь К20), $Ц_{з.г}$	руб./л		0,5
Расход защитного газа	л/мин.		12
Тариф на электроэнергию, $Ц_{эл}$	руб./кВт-час.	3,16	3,16
длина сварного шва	м	8	8
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные
Квалификационный разряд электросварщика	разряд	3	4
Тарифная ставка, $Т_{ст}$	руб.	48	56
Масса конструкции	т	0,09	0,09

Рассчитываем балансовую стоимость оборудования при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (28):

$$К_{обj} = Ц_{обj} \cdot (1 + К_{тз}),\ руб \qquad (28)$$

Базовый вариант:

$$К_{обj} = 11130 \cdot (1 + 0{,}12) = 12465 \text{ руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$К_{обj} = 45090 \cdot (1 + 0{,}12) = 50500 \text{ руб.}$$

Определяем по формуле (29) капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$К_{об} = \Sigma\, К_{обj} \cdot С_{Пj} \cdot К_{Зj},\ руб \qquad (29)$$

$$К_{об} = 12465 \cdot 1 \cdot 1 = 12465 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$К_{об} = 505008 \cdot 1 \cdot 1 = 50500 \text{руб. (проектируемый вариант).}$$

Рассчитанные данные заносим в таблицу 23.

Таблица 23 – Расчеты капитальных вложений по вариантам

Статьи расчетов	Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2	3

Оптовая цена единицы оборудования, руб.	11130	45090

Окончание таблицы 23

1	2	3
Количество единиц оборудования, шт.	1	1
Балансовая стоимость оборудования (стоимость приобретения с расходами на монтаж и пуско-наладочные работы), руб.	12465	50500
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб.	12465	50500

2.2 Определение себестоимости изготовления металлоконструкций

Расчет технологической себестоимости металлоконструкций

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходованием ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле (30).

$$C_{т.} = МЗ + З_{э} + З_{пр} \quad (30)$$

$C_{т} =$ 932,15 + 494,45 + 521,4 = 1948 руб (базовый вариант)

$C_{т} =$ 4342,3 + 309,05 + 518,4 = 5169,7 руб (проектируемый вариант)

где *МЗ* - затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$З_э$ - затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$З_{пр}$ - затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос - 30% от фонда оплаты труда).

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты (*МЗ, руб.*) рассчитываются по формуле (31).

$$МЗ = C_{о.м} + C_{эн} + C_{др,}\ руб \qquad (31)$$

Стоимость основных материалов ($C_{о.м}$, *руб.*) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле (32).

$$C_{о.м} = [C_{к.м} + C_{св.пр.} + (C_{зг} + C_{св.фл.})] \cdot K_{тр} \qquad (32)$$

Стоимость конструкционного материала ($C_{к.м}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является сталь 12ХН2.

$$C_{к.м} = m_к \ x\ Ц_{к.м}, \qquad (33)$$

где $m_к$ – масса конструкции, т;

$Ц_{к.м}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{к.м} = 0{,}09 \cdot 56500 = 5085 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 5085 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

Расчет затрат на электродную проволоку Св-08ХН2ГМТА проводим по формуле (33).

Исходные данные для расчетов: (33)

$L_{шв}$ = 8 м = 800 см;

$F_{нм}$ = 70 мм^2 = 0,70 см^2;

$V_{нм}$ = 800 · 0,70 = 560 см^3;

$M_{нм}$ = 560 · 7,8 = 4368 г = 4,368 кг

Производим расчеты $C_{св.пр}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (34):

$$C_{св.пр} = M_{нм} \cdot \psi \cdot Ц_{с.п.} \cdot K_{тр}, \text{ руб.} \quad (34)$$

$C_{св.пр}$ = 4,368 · 1,2 · 50 · 1,05 = 275,18 руб.(базовый вариант – РДС)

$C_{св.пр}$ = 4,368 · 1,02 · 115 · 1,05 = 537,98 руб.(проектируемый вариант – сварка в защитной смеси К-20).

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (35).

Исходные данные:

$$C_{др} = t_{осн} \cdot q_{зг} \cdot k_P \cdot Ц_{зг\ (фл)} \cdot K_{т}, \quad (35)$$

$t_{осн} = \frac{8}{10}$ = 0,8 ч = 48 мин. (базовый вариант);

$t_{осн} = \frac{8}{14}$ = 0,57 ч = 35 мин. (проектируемый вариант);

Расход защитного газа $q_{зг}$ = 12 л/мин.

$C_{зг}$ = 35 · 12 · 1,1 · 0,5 · 1,05 = 242,5 руб. (проектируемый вариант – защитная смесь К-20).

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» (*$C_{эн}$, руб.*) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле

$$З_э = \alpha_Э \cdot W \cdot Ц_Э, \text{ руб} \quad (36)$$

$З_э$ = 8 · 19,656 · 3,16 = 494,45 руб. (базовый вариант);

$З_э$ = 5 · 19,656 · 3,16 = 309,05 руб. (проектируемый вариант);

Материальные расходы (*МЗ)* на основные материалы на одно изделие (исключаем затраты на основной конструкционный материал) рассчитываются по формуле (31):

По базовому варианту:

МЗ = 185,75 + 249,5 + 496,90 = 932,15 руб.

По проектируемому варианту:

МЗ = 3894,54 + 137,2 + 310,56 = 4342,3 руб.

Расчет численности производственных рабочих. Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих $Ч_{ОР}$ определяется для каждой операции по формуле (37):

$$Ч_{ор} = \frac{Тпроизв.пр.}{Ф_{др} \cdot К_В} \quad (37)$$

$$Ч_{ор} = \frac{8100}{1870 \cdot 1{,}1} = 3{,}93 \text{ примем } Ч_{ОР} = 4 \text{ чел. (базовый вариант)}$$

$$Ч_{ор} = \frac{4800}{1870 \cdot 1{,}1} = 2{,}33 \text{ примем } Ч_{ор} = 2 \text{ чел. (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает четыре сварщика, по новой измененной технологии работают 2 сварщика.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{ор}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($З_{пр}$) рассчитываются по формуле (38).

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле (39).

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика: $T_{ст}$ сварщика ручной дуговой сварки - 48 руб./час, $T_{ст}$ сварщика автоматической сварки - 56 руб./час.

$$З_{пр} = ЗП_{О} + ЗП_{д}, \quad (38)$$

$$З_{пр} = Р_{сд} \cdot К_{пр} \cdot К_{д} \cdot К_{сс} + Д_{вр}, \quad (39)$$

$Т_{шт\text{-}к}$ = 1,89 ч. = 113,4 мин. (базовый вариант);

$Т_{шт\text{-}к}$ = 1,6 ч. = 96 мин. (проектируемый вариант).

$$P_{сд} = \frac{48 \cdot 113{,}4}{60} = 90{,}2 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{сд} = \frac{56 \cdot 96}{60} = 89{,}6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле (40)

$$Д_{вр} = \frac{T_{ст} \cdot T_{вр} \cdot (0{,}1 \ldots 0{,}31)}{100 \cdot 60} \quad (40)$$

$$Д_{вр} = \frac{48 \cdot 113{,}4 \cdot 0{,}2}{100 \cdot 60} = 0{,}18 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$Д_{вр} = \frac{56 \cdot 96 \cdot 0{,}2}{100 \cdot 60} = 0{,}17 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

$З_{пр}$ = 90,2 · 1,5 ·1,2 · 1,3 + 0,18 = 211,2 руб. (базовый вариант);

$З_{пр}$ = 89,6 · 1,5 ·1,2 · 1,3 + 0,17 = 209,8 руб. (проектируемый вариант).

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле (41):

$$ЗП_д = К_д \cdot ЗП_О \cdot К_{сс}, \quad (41)$$

$ЗП_д$ = 1,13 · 211,2 · 1,3 = 310,2 *руб*. (базовый вариант);

$ЗП_д$ = 1,13 · 209,8 · 1,3 = 308,6 *руб.* (проектируемый вариант).

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле (42), составляют:

$$З_{пр} = ЗП_О + ЗП_д, \quad (42)$$

$З_{пр}$ = 211,2 + 310,2 = 521,4 *руб*. (базовый вариант);

$З_{пр}$ = 209,8 + 308,6 = 518,4 *руб*. (проектный вариант).

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $С_т$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций (N= 100 шт.) в таблицу 24.

Таблица 24 – Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
1	2	3
Затраты на основные материалы, $С_{о.м}$, руб.	1469	5877
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $С_{эн}$, руб.	49450	30950
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{пр}$, руб	52140	51690

Технологическая себестоимость годового выпуска, $С_т$, руб.	19480	51690

Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{ПР}$, *руб.*) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{ПР}$ проводят по формуле (43):

$$C_{ПР} = C_т + P_{пр} + P_{хоз} \quad (43)$$

где $C_т$ – технологическая себестоимость, *руб.*;

$P_{пр}$ – общепроизводственные (цеховые) расходы, *руб.*;

$P_{хоз}$ – общехозяйственные расходы, *руб.*

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (44).

$$P_{пр} = C_A + C_p + P^*_{ПР}, \quad (44)$$

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{ПР}$, *руб.*) включаются расходы на:

– оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;

– амортизацию оборудования;

– ремонт основных средств;

– охрану труда работников;

– содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию, отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле (45) затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_o \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_Д \cdot K_B} \cdot K_O \quad , \qquad (45)$$

$$C_A = \frac{12465 \cdot 14{,}7 \cdot 1{,}89}{100 \cdot 1914 \cdot 1{,}1} \cdot 1 = 164{,}40 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_A = \frac{505008 \cdot 14{,}7 \cdot 1 \cdot 1{,}6}{100 \cdot 1914 \cdot 1{,}1} \cdot 1 = 564{,}15 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле (46)

$$C_p = \frac{K_{об} \cdot Д}{100} \quad , \qquad (46)$$

$C_p = \frac{12465 \cdot 3}{100} =$ 3739,5 руб./на производственную программу или 37,39 руб в расчете на одно металлоизделие (3739,5 руб./100 шт), - базовый вариант;

$C_p = \frac{505008 \cdot 3}{100} =$ 15150,24 руб./на производственную программу или 151,50 руб./на металлоконструкцию (15150,24 руб./100 шт), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле (47):

$$P^{*}_{ПР} = \frac{\%P_{ПР} \cdot ЗП_{о}}{100}, \quad (47)$$

$$P^{*}_{ПР1} = \frac{52140 \cdot 10}{100} = 5214 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P^{*}_{ПР2} = \frac{51690 \cdot 10}{100} = 5169 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Общепроизводственные расходы определяются по формуле (40):

$Р_{ПР}$ = 164,40 + 3739,5+ 5214 = 9117,9 руб. (базовый вариант);

$Р_{ПР}$ = 564,15 + 15150,24 + 5169 = 20883,39 руб. (проектируемый вариант).

В статью «Общехозяйственные расходы» ($Р_{ХОЗ}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (48).

$Р_{ХОЗ}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{ХОЗ} = \frac{\%P_{ХОЗ} \cdot ЗП_{о}}{100}, \quad (48)$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 521,4}{100} = 130,35 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{ХОЗ} = \frac{25 \cdot 518,4}{100} = 129,6 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Производственная себестоимость годового выпуска металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии, $С_{Пр}$ рассчитывается по формуле (43):

$$С_{ПР} = 19480 + 9117,9 + 13035 = 41632,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$С_{ПР} = 51690 + 20883,39 + 12960 = 85533,39 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» ($Р_к$, руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле (49):

$$Р_к = \frac{\% P_к \cdot C_{пр}}{100}, \quad (49)$$

$$P_к = \frac{0,1 \cdot 41632,9}{100} = 416,3 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_к = \frac{0,1 \cdot 85533,39}{100} = 855,3 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($С_П$) включает затраты на производство ($С_{ПР}$) и коммерческие расходы ($Р_к$) и рассчитывается по формуле (50):

$$С_П = С_{ПР} + Рк, \text{ руб} \quad (50)$$

$C_П$ = 41632,9 + 416,3 = 42049,2 руб. (базовый вариант);

$C_П$ = 85533,39 + 855,3 = 86388,7 руб. (проектируемый вариант)

Результаты расчетов заносим в таблицу 25.

Таблица 25 – Калькуляция полной себестоимости годового выпуска изготавливаемых металлоконструкций по сравниваемым вариантам

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
Объем годового выпуска продукции, N, шт.	100	100	
1. Материальные затраты, МЗ:	93215	434230	341015

Продолжение таблицы 25

1	2	3	4
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, $З_{пр}$	52140	51690	-450
3. Технологическая себестоимость *С*т, руб.	194800	516970	322170
4. Общепроизводственные расходы, $P_{ПР}$	9117,9	20883,39	11765,49
5. Общехозяйственные расходы, $P_{ХОЗ}$	13035	12960	-75
6. Производственная себестоимость, $C_{Пр}$	41632,9	85533,39	43900,49
7. Коммерческие расходы, $P_к$,	416,3	855,3	439
8. Полная себестоимость, $C_П$	42049,2	86388,7	44339,5

2.3 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металло-

конструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (лонжерон) составляет 100 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔС рассчитывается по формуле (51):

$$\Delta C = (C_{т1} - C_{т2})\ N, \qquad (51)$$

где: $C_{т1}$, $C_{т2}$ - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (1 - базовый вариант; 2 - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете годовая экономия по технологической себестоимости составит в соответствии с формулой (51):

$$\Delta C = (1948 – 5169{,}7) \cdot 100 = - 322{,}170 \text{ тыс. руб.}$$

технологическая себестоимость в проектируемом варианте превышает технологическую себестоимость в базовом варианте за счет расходов на вспомогательные материалы (сварочная проволока, газ)

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, П, руб. рассчитываем по формуле (52):

$$П = В – С_{п}, \qquad (52)$$

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Ц, руб.) по формуле (36) по базовому и проектируемому вариантам. Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, $K_р$, определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоиз-

делия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$Ц = C_п * K_р \text{ , руб} \quad (53)$$

$Ц_1$ = 420,49 · 1,3 = 546,63 руб.

$Ц_2$ = 863,88 · 1,5 = 1295,66 руб.

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле (54) по базовому и проектируемому вариантам:

$$В = Ц * N, \text{ руб} \quad (54)$$

$В_1$ = 546,63 · 100 = 54663 руб.

$В_2$ = 1295,66 · 100 = 129566 руб.

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой (52) по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий

$П_1$ = 54663 - 42049 = 12614 руб.

$П_2$ = 129566 - 86388 = 43178 руб.

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли ΔП в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле (55):

$$\Delta П = П_2 - П_1, \text{ руб} \quad (55)$$

$$\Delta П = 43178 - 12614 = 30564 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, $N_{кр}$) проводим по формуле (56) по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{пост}}{Ц - C_{пер.}}, \text{ шт} \quad (56)$$

$$N_{кр1} = \frac{42049,2 - 19480,0}{5466,3 - 1948} = 64 \text{ шт.}$$

$$N_{кр2} = \frac{86388,7 - 51697,0}{12956,6 - 5169,7} = 44 \text{ шт.}$$

Расчет рентабельности продукции, R, проводим по формуле (57):

$$R = \frac{П}{C_п} * 100, \% \quad (57)$$

$$R_1 = \frac{12614}{42049,2} \cdot 100 = 30 \%$$

$$R_1 = \frac{43178}{86388,7} \cdot 100 = 50 \%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $П_{тр}$ производим по формуле (58) соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$П_{тр} = \frac{В}{Ч_{ор}} \quad , \text{ руб./чел} \qquad (58)$$

$$П_{тр1} = \frac{54663}{4} = 13665 \text{ руб./чел.} = 1{,}366 \text{ тыс. руб./чел.}$$

$$П_{тр2} = \frac{129566}{2} = 64783 \text{ руб./чел.} = 6{,}478 \text{ тыс. руб./чел.}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $Т_{ок}$ производим по формуле (59):

$$Т_{о} = \frac{\Delta К_{д}}{\Delta П}, \text{ год} \qquad (59)$$

$$Т_{о} = \frac{50500}{30564} = 1{,}65 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы 26, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 26 – Технико-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей (+,-)
			Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	100	100	

2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	54663	129566	74903
3	Капитальные вложения, К	руб.	12465	50500	38035
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, $С_т$	руб.	19480	51690	32210
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, $С_п$	руб.	42049,2	86388,7	44339,5
6.	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	12614	43178	30564
7.	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	4	2	-2
8.	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), $П_{тр}$	тыс.руб./ чел.	1,366	6,478	5,112
9.	Рентабельность продукции, R	%	30	50	20

Окончание таблицы 26

10.	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ($Т_{ок}$)	лет	1,65		
11.	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	64	44	-20

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих, численность которых в проектируемом варианте сократилась на 2 человека.

3 Методическая часть

В технологической части дипломного проекта разработана технология сборки и сварки лонжерона. В процессе разработки предложено заменить полуавтоматическую сварку на механизированную под флюсом. В технологическом разделе предложена замена оборудования на современное, т.е. предложено использование автоматов для производства сварки. Это в свою очередь предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт такого оборудования.

К сборке-сварке по проектируемой технологии допускаются рабочие по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 4-го разряда. В базовой технологии работы выполнялись рабочими по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 3-го разряда. В связи с этим целесообразно разработать программу повышения квалификации рабочих сварочной специализации и провести повышение квалификации в рамках данного промышленного предприятия.

Целью методической части дипломного проекта является разработка учебно-программной документации для переподготовки рабочих сварочного производства по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», с участием которых возможна реализация спроектированной в дипломном проекте технологии в условиях промышленного предприятия.

3.1 Анализ квалификационных характеристик

Квалификационная характеристика − это государственный документ, в котором содержатся требования к профессионально-техническим знаниям и умениям, обеспечивающим определенный уровень квалификации по профессии. Квалификационные характеристики по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для разных квалификационных разрядов содержатся в Едином тарифно-квалификационном справочнике (ЕТКС) работ и профессий [10].

Изучены квалификационные характеристики по профессии: «Электросварщик ручной дуговой сварки» 3-го разряда и «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разрядов.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик ручной дуговой сварки» 3-го разряда:

Характеристика работ. Ручная дуговая и плазменная сварка средней сложности деталей, узлов и конструкций из углеродистых сталей и простых деталей из конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва, кроме потолочного. Ручная дуговая кислородная резка, строгание деталей средней сложности из малоуглеродистых, легированных, специальных сталей, чугуна и цветных металлов в различных положениях. Наплавление изношенных простых инструментов, деталей из углеродистых и конструкционных сталей.

Должен знать: устройство применяемых электросварочных машин и сварочных камер; требования, предъявляемые к сварочному шву и поверхностям после кислородной резки (строгания); свойства и значение обмазок электродов; основные виды контроля сварных швов; способы подбора марок электродов в зависимости от марок стали; причины возникновения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых изделиях и меры их предупреждения.

Квалификационная характеристика рабочего по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го разряда:

Должен знать: устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания; основы электротехники в пределах выполняемой работы; способы испытания сварных швов; марки и типы сварочных материалов; виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения; влияние режимов сварки на геометрию сварного шва; механические свойства свариваемых металлов; безопасные и санитарно-гигиенические методы труда, основные средства и приемы предупреждения и тушения пожаров на своем рабочем месте, участке; сигнализацию, правила управления подъемно-транспортным оборудованием и правила стропальных работ там, где это предусматривается организацией труда на рабочем месте; производственную (по профессии) инструкцию и правила внутреннего трудового распорядка; инструкции по охране труда.

Характеристика работ. Автоматическая и механизированная сварка с использованием плазмотрона сложных аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых конструкционных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов. Автоматическая сварка сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях. Автоматическая сварка в среде защитных газов неплавящимся электродом горячекатаных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации. Наплавление дефектов деталей машин, механизмов и конструкций. Наплавление сложных узлов, деталей и инструментов. Чтение чертежей слож-

ных сварных металлоконструкций.

После проведения сравнительного анализа квалификационных характеристик по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» для 3-го и 4-го разрядов установлено, что для выполнения работ по 4-му квалификационному разряду рабочий, имеющий 3-й квалификационный разряд, должен

знать**:**

− оборудование автоматической и механизированной дуговой сварки его типы, устройство, основные технические характеристики, правила его обслуживания и управления;

− устройство различных сварочных автоматов, полуавтоматов, плазматронов, источников питания;

− основы электротехники в пределах выполняемых работ;

− марки и типы сварочных материалов;

− способы испытания сварных швов;

− виды дефектов в сварных швах и методы их предупреждения и устранения;

− влияние режимов сварки на геометрию сварного шва,

− механические свойства свариваемых металлов.

На основании данного сравнения квалификационных характеристик возможна разработка программы повышения квалификации рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» не ниже 4-го разряда.

3.2 Учебный план переподготовки квалификации рабочих по профессии

«Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» на 4-й разряд

При переподготовке рабочих по профессии родственной их профес-

сиональной квалификации, срок обучения должен быть сокращен в зависимости от уровня квалификации обучаемых. При этом практическое обучение должно сохранять объем основных знаний и умений, необходимых для рабочего данной квалификации. Учебный план для переподготовки рабочих по специальности «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» представлен в таблице 27.

Срок обучения – 1 месяц

Таблица 27 - Учебный план переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах» 4-го квалификационного разряда

№ п/п	Курсы, предметы	Количество часов
1	2	3
I.	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	40
	Экономический курс	2

Окончание таблицы 27

1	2	3
	Общетехнический курс	2
	Материаловедение	4
	Чтение чертежей	2
	Электротехника	2
	Охрана труда	2
	Специальный курс	26
II.	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	80
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	Итого:	120

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

При переподготовке специалистов со средним специальным образованием по профессии, родственной их предыдущей специальности, предусматривается изучение теоретических вопросов спецтехнологии (спецпредметов), которые непосредственно относятся к практическому обучению, и курс практического обучения, позволяющий сформировать умения и навыки, соответствующие определенной рабочей квалификации. Тематический план представлен в

таблице 28.

Таблица 28 - Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Темы	Количество часов
1.	Введение	2
2.	Источники питания сварочной дуги	2
3.	Оборудование для автоматической сварки в среде защитных газов	4
4.	Сварочные материалы при автоматической сварке в среде защитных газов	2
5.	Сварочные материалы при автоматической сварке в среде защит ных газов	4
6.	Деформации и напряжения при сварке	2
7.	Сборочно-сварочные приспособления и механизмы	2
8.	Дефекты и контроль качества сварки	4
9.	Технология автоматической и механизированной сварки	4
Итого:		26

3.4 Разработка плана - конспекта урока

Тема урока «Устройство сварочного автомата АДГ-630 для сварки в среде защитных газов»

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве сварочного автомата, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно-иллюстративный метод.

Дидактическое обеспечение занятия:

− плакаты: «Сварочный автомат АДГ-630», «Блок управления БУ–20»

− учебники: Л.П. Шебеко «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» [Текст]. - Введ. 1986. – М.: Изд-во стандартов, 1986.; В.С. Виноградов «Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки» [Текст]. - Введ. 1997. – М.: Изд-во стандартов, 1997. [11,12]

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний;
5. Изложение нового материала;
6. Первичное закрепление материала;
7. Выдача домашнего задания

План-конспект

План-конспект урока приведен в таблице 29.

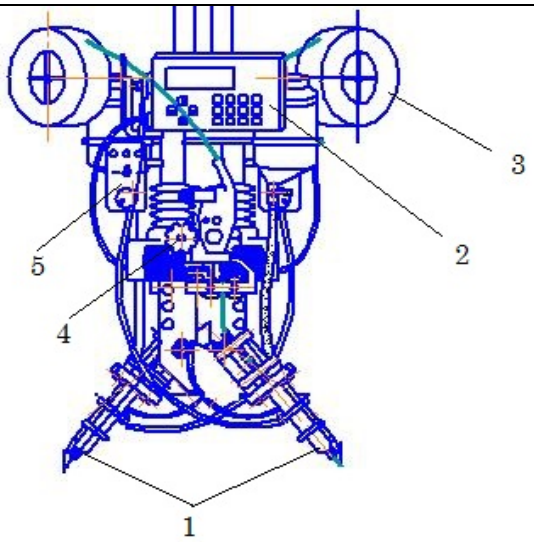
Таблица 29 − План-конспект урока

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организационный момент 3 мин.	Здравствуйте, прошу вас садитесь, приготовьте тетради и авторучки.	Приветствую обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихся к изучению нового материала 2 мин.	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для дуговой механизированной и автоматической сварки в среде защитных газов » Тема занятия: «Устройство сварочного автомата «АДГ-630» для сварки в среде защитных газов». Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве сварочного автомата, его назначение и принцип работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Озвучиваю цель урока.
Актуализация опорных знаний 5 мин.	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной	Предлагаю учеников ответить на вопросы по желанию, если нет желающих,

	сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют унифицированные узлы на полуавтоматах и автоматах? 3. Расскажите о системе обозначения аппаратов для дуговой сварки.	опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 25 мин.	Повторите предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала по следующему плану: − Назначение сварочного автомата; − Основные части сварочного автомата. По ходу изложения материала прошу записывать основные моменты, на которые я буду обращать внимание. Прошу сосредоточиться и не мешать мне и своим товарищам. В настоящее время широко применяется механизированная сварка. Это объясняется высокой маневренностью полуавтоматов, возможностью производить сварку в труднодоступных местах. Механизированная сварка широко применяется на конвейерных линиях в машиностроении при сварке корпусов всех видов транспортных средств и строительно-монтажных конструкций при их предварительной сборке и сварке.	Прошу учеников записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмы, записываем основные моменты.

Продолжение таблицы 29

1	2	3
	Автомат двухдуговой АДГ-630, предназначен для автоматической однослойной, многослойной сварки и наплавки электродной проволокой в среде защитных газов изделий из малоуглеродистых и легированных сталей на постоянном токе. Автомат двухдуговой АДГ-630, используется при сварке стыковых соединений (с разделкой и без разделки кромок), нахлесточных и угловых соединений, внутри и вне колеи автомата, а так же при сварке угловых соединений «в лодочку». Швы могут быть прямолинейными и кольцевыми. Автомат в процессе сварки может перемещается непосредственно по свариваемому изделию или рядом с изделием, а так же может передвигаться по уложенной направляющей профильной линейке.	Прошу учеников записать определение, что такое сварочный автомат и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Вместе разбираем устройство механизмы, записываем основные моменты. Давайте разберем подробно сварочный автомат. Показываю плакат с общим видом сварочного автомата и его техническими характеристиками.



1-головки подачи сварочной проволоки и защитного газа; 2 – блок управления БУ- 20; 3 – катушки со сварочной проволокой; 4 – механизм регулировки подачи сварочной проволоки; 5 – блок регулировки «вверх/вниз» сварочного автомата

Характеризуемые величины	Значения
1	2
Напряжение питающей сети, при частоте 50 Гц, В	3х380
Номинальный сварочный ток, при ПВ=60%, А	630
Диаметр электродной проволоки, мм	Стальная 1,6-2,4 Порошковая 1,6-3,2

Ученики, внимательно изучают плакат, записывают основные моменты

Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части

Продолжение таблицы 29

1	2	3

1	2
Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	120 - 720
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	12-120
Пределы регулирования времени растяжки дуги, с	0,5-1,2
Угол поворота сварочной головки относительно вертикальной оси, град.	±90º
Угол поворота сварочной головки вокруг горизонтальной оси, град.	±45
Угол наклона токоподвода относительно вертикальной оси, град.	+45º (углом вперед) -30º (углом назад)
Ход вертикального суппорта, мм	100
Ход горизонтального суппорта, мм	100
Межосевое расстояние колес, мм	240
Колесная колея, мм	185
Вместимость кассеты для сварочной проволоки, кг	15
Масса трактора, без проволоки, кг	32
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	680х385х670

Плакат 1 – Основные части и технические характеристики сварочного автомата АДГ – 630

Обращаю внимание обучающихся на плакат с общим видом, и начинаем разбирать основные части

Записываем основные моменты обсуждаемой темы.

Ученики внимательно изучают плакат, записывают основные моменты, обсуждаем возникающие вопросы

Продолжение таблицы 29

1	2	3

	 Плакат 2 – Блок управления БУ – 20 Блок управления предназначен для задания регулируемых режимов цикла сварки, индикации режимов сварки и управления работой автомата в процессе сварки и при наладке. Блок управления обеспечивает: - плавную регулировку скорости подачи электродной проволоки - сварочного тока; - плавную регулировку скорости перемещения каретки (тележки) - скорости сварки; - стабилизацию скорости сварки и скорости подачи проволоки; - цифровая индикация величины сварочного тока и напряжения, скорости сварки; - предварительную установку сварочного режима (сварочного напряжения, скорости сварки, скорости подачи проволоки); - возможность сварки по направлениям “вперед” и “назад”; - работа автомата в режиме “Наладка” и “Сварка”; - наличие нескольких стартовых режимов в начале сварки: сварка вправо (сварка влево), поджиг в движении; сварка вправо (сварка влево), поджиг с места; сварка на месте; - обеспечивает стабилизацию режима сварки по напряжению, стабилизацию режима сварки по ток.	Рассказываю о процессе блока управления, для чего он предназначен. Записываем основные моменты. Ученики внимательно изучают плакат, записывают основные моменты, обсуждаем возникающие вопросы
Первичное закрепление материала 5 мин.	Для закрепления первичного материала, задаю учащимся вопросы по пройденной теме: 1. Что означает «АДГ – 630» в обозначении сварочного автомата? 2. Какой диаметр проволоки применяется для сварки на сварочном автомате АДГ – 630? 3. Из каких основных частей состоит сварочный автомат АДГ – 630?	Ученики отвечают на заданные вопросы. Записывают основные моменты обсуждения темы.

Окончание таблицы 29

1	2	3
Выдача домашнего задания 2 мин.	Теперь запишем домашнее задание, повторить §12.7. Автоматы для сварки в среде защитных газов, по учебнику В.С. Виноградов - «Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки» [Текст]. - Введ. 1997. – М.: Изд-во стандартов, 1997.	Разбираем домашние задание, что нужно повторить к следующей теме.

Методическая часть дипломного проекта является самостоятельной творческой деятельностью педагога профессионального образования. Выполнив методическую часть дипломного проекта:

− изучили и проанализировали квалификационную характеристику рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах»;

− составили учебный план для профессиональной переподготовки электросварщиков на автоматических и полуавтоматических машинах;

− разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;

− разработали план- конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

− разработали средства обучения для выбранного занятия.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования – подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

4 Безопасность и экологичность проекта

В данном разделе рассматривают влияние производства на человека и окружающую среду. Приведены меры по снижению ущерба от производства и ограничению влияния вредных факторов производства на человека. Также приведены требуемые мероприятия по обеспечению безопасности и охраны труда, работающих в соответствии с нормативными документами, описываются меры по предупреждению и предотвращению чрезвычайных обстоятельств.

В настоящей выпускной квалификационной работе к источникам вредных факторов производства можно отнести источник питания ВДУ - 506, сварочная автомат АДГ - 630, установка для сборки и сварки, и электроаппаратуру. Кроме того, сам процесс сварки, при котором выделяется большое количество ядовитых и опасных газов, для здоровья работающих является источником вредных факторов производства.

4.1 Безопасность труда

При выполнении сварочных работ на производстве, рабочие подвергаются воздействию многочисленных вредных и опасных факторов производства, которые могут привести к получению травм, а также возникновению профессиональных заболеваний. [13, 14]

В частности:

- перемещающиеся части оборудования могут привести к механическим травмам;
- тепловое излучение;
- опасность поражения электрическим током, переменными магнитными или высокочастотными электромагнитными полями;
- различные вредные вещества, вредные газы, пары и пыль;
- вредные шумы и вибрации;
- запыленность воздуха рабочей зоны, высокая температура в помещении.

Руководствуясь выше перечисленным, на предприятии необходимо проводить комплекс профилактических и контрольных мероприятий по снижению вредных факторов производства и защите от них работающих.

4.1.1 Условия труда

Электробезопасность

Помещения, предназначенные для сварки, относятся к особо опасным с позиции поражения электрическим током.

Напряжение питающей сети составляет 380 В.

Для предотвращения поражения электрическим током проектом предусмотрено:

корпуса и другие металлические части электрооборудования заземлены, с помощью соединения металлических частей с “землей”. Сопротивление заземления в электроустановках напряжением 380 В должно быть не более 4 Ом согласно ГОСТ 12.1.030-81; [15]

- защитное зануление;
- недоступность токоведущих частей;
- малое напряжение в цепях управления;
- разделение цепей.

Пожарная безопасность

Степень огнестойкости здания – 3 согласно СНиП 21-01-97, по взрывопожароопасности цех относят к категории Г согласно НПБ 105-03. [16]

Пожар может возникнуть от воспламенения находящихся вблизи места сварки горючих и легковоспламеняющихся материалов от теплового воздействия металла, шлака, а также вследствие неисправного электрооборудования.

Проектом предусмотрены средствам пожаротушения, размещенные на участке: огнетушители ОХП-10, ОУ-5, ящики с песком, пожарный щит, огне-

упорное полотно. Ящики с песком имеют вместимость 1 $м^3$ и укомплектованы совковой лопатой. Щит укомплектован лопатами, топорами баграми.

Согласно СНиП 2.01.02-85 ширина путей и высота дверей не менее, соответственно одного и двух метров. Двери на путях эвакуации открываются по направлению выхода из здания. [17]

Защита от механического травмирования

Для защиты рабочих и обслуживающего персонала от механических травм согласно ГОСТ 12.2.061-81 движущиеся части оборудования закрыты защитными кожухами, а при невозможности их установки ограждаются специальными ограждениями; на перемещающемся оборудовании устанавливаются конечные выключатели, блокировки. [18]

Движущиеся части оборудования на сварочном участке ограждены. На оборудовании предусмотрены защитные кожухи, конечные выключатели, предохранительные устройства, а так же механические упоры и блокирующие датчики, ограничивающие рабочий ход сварочного оборудования.

Защита от теплового действия дуги

Процесс сварки сопровождается выделением большого количества теплоты и возможным разбрызгиванием капель расплавленного металла, шлака.

Тепловое излучение не должно превышать 100 $Вт/м^2$ согласно ГОСТ 12.4.176-89. Фактическое – 85 $Вт/мм^2$. [19]

Для защиты от теплового действия работающих предусмотрены следующие меры: специальная одежда, включающая в себя брезентовые брюки, куртки, трикотажные перчатки и сварочная маска с защитным светофильтром С-6 или С-7 по ОСТ 21-6-87, а также кожаную обувь на толстой подошве.

Освещенность

Предусмотрено проектом:

- рабочее освещение;
- аварийное освещение;
- эвакуационное освещение.

В цехе для выполнения сварочных работ предусмотрено, естественное освещение и при недостатке освещенности предусмотрено искусственное освещение люминесцентными лампами. Проектом предусмотрено выполнение работ средней точности, фон средний, контраст средний. Категория зрительных работ IV разряда. КЕО = 0,6% в соответствии со СНиП 23 – 05 – 95[20]. Нормируемое значение освещения равно 200 люкс. Фактический уровень освещенности по цеху составляет 200 люкс.

Расчёт искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока

Световой поток лампы $Ф_л$ (лм) при лампах накаливания или световой поток группы ламп светильника при люминесцентных лампах рассчитывают по формуле

$$Ф_л = \frac{E_н \cdot S \cdot z \cdot k}{N \cdot \eta} \quad (60)$$

где $E_н$ - нормированная минимальная освещённость, лк;

S – площадь освещаемого помещения, $м^2$;

z – коэффициент минимальной освещённости, равный отношению $E_{ср}/E_{мин}$, значения которого для ламп накаливания и ДРЛ – 1,15, для люминесцентных – 1,1;

k – коэффициент запаса;

N – число светильников в помещении;

η – коэффициент использования светового потока ламп, зависящий от КПД и кривой распределения силы света светильника, коэффициента отражения потолка $ρ_п$ и $ρ_с$, высоты подвеса светильников и показателя помещения i по формуле.

$$i = \frac{A \cdot B}{H_р \cdot (A+B)} \quad (61)$$

где А и В – два характерных размера помещения;

$H_р$ – высота светильников над рабочей поверхностью.

$$i = \frac{9 \cdot 5}{3 \cdot (9+5)} = 1{,}1$$

Выбираем светильник РСП. Тогда коэффициент использования светового потока от ламп при $\rho_п$=70 %, $\rho_с$=30 % и $\rho_с$ = 50% составляет 55.

$$\Phi_л = \frac{750 \cdot 45 \cdot 1{,}15 \cdot 1{,}3}{55} = 917 \text{ лм}$$

Выбираем лампы накаливания ДШ 60 Вт со световым потоком 700 лм.

$$\frac{\Phi_л}{\Phi} = \frac{917}{700} = 1{,}3$$

Принимаем 2 шт.

Вентиляция

Для оздоровления воздушной среды производственных помещений проектом предусмотрена вентиляция, которая осуществляет удаление загрязненного или нагретого воздуха и подачу свежего воздуха, создание оптимальных метеорологических условий.

Проектом предусмотрено:

- общеобменная механическая приточно-вытяжная вентиляция;

- местная вытяжная вентиляция, которая осуществляется механически от зоны горения дуги и обеспечивает удаление вредных веществ.

Допускаемые предельные концентрации в воздухе рабочей зоны согласно ГОСТ 12.1.005-88, мг/м^3: [21]

- железо и его соединения - 6,0;

- марганец и его соединения - 2,0;

- кремний и его соединения - 1,0;

- медь и ее соединения - 0,5;

- оксид углерода - 20,0;

- фтористый водород - 0,3.

Местная вытяжная вентиляция, располагается рядом со сварочной установкой и предназначена для удаления загазованного воздуха и пыли из зоны сварки.

Мероприятия по снижению уровня шума

Источником шума в цехе являются: двигатели, трансформатор, сварочная головка, сварочная дуга, вентиляция, движущееся оборудование.

Источниками шума в настоящем проекте являются система вентиляции и источник питания сварочной дуги.

Фактическое значение уровня шума может достигать от 45 до 50 ДбА.

Нормируемое значение шума 80 ДбА по ГОСТ 12.1.003-83. [22]

Остальные источники шума являются кратковременными и не требуют специальных технологических мер.

4.2 Глобальные экологические проблемы современности

Современная техногенная цивилизация, помимо увеличения степени бытового комфорта, привела к стремительному ухудшению экологической ситуации в мире. Со временем испорченная цивилизацией экология может привести к катастрофическим последствиям. Воздействие на атмосферу, гидросферу и литосферу (водные ресурсы и литосферу) оказывают многие производства и факторы. Среди которых первостепенное значение занимают: атомная энергетика, гонка вооружений, развитие металлургии и химической промышленности.

Также на биосферу большое влияние оказывает и активная деятельность человека, которая оставляет отпечаток на всех элементах окружающей среды:

флоре, фауне, воздухе, почве, воде. Основными отравителями природы на данный момент являются газообразные вещества и соединения, которые производят промышленные и энергетические объекты, электромагнитные и радиоактивные излучения, отходы бытового типа, нефтепродукты и другие вредные вещества.

В проекте предусмотрена сварка в среде защитного газа. Сваркав среде защитных газов – один из самых производительных способов сварки, но с позиции экологии, он так же является одним из самых вредных способов. В процессе автоматической сварки под слоем флюса в сварочной ванне происходят металлургические процессы, продукты реакций которых попадают в окружающею атмосферу в виде токсичных газов и металлической пыли.

4.3 Анализ связей технологического процесса с экологическими системам

В дипломном проекте разработан технологический процесс изготовления конструкции – лонжерон. Применение разработанного технологического процесса вызывает появление дополнительных различных видов отходов по сравнению с технологическим процессом при РДС. Общий вид отходов, возникающий при автоматической сварке стали 12ХН2 в среде защитного газа представлен на рисунке 16.

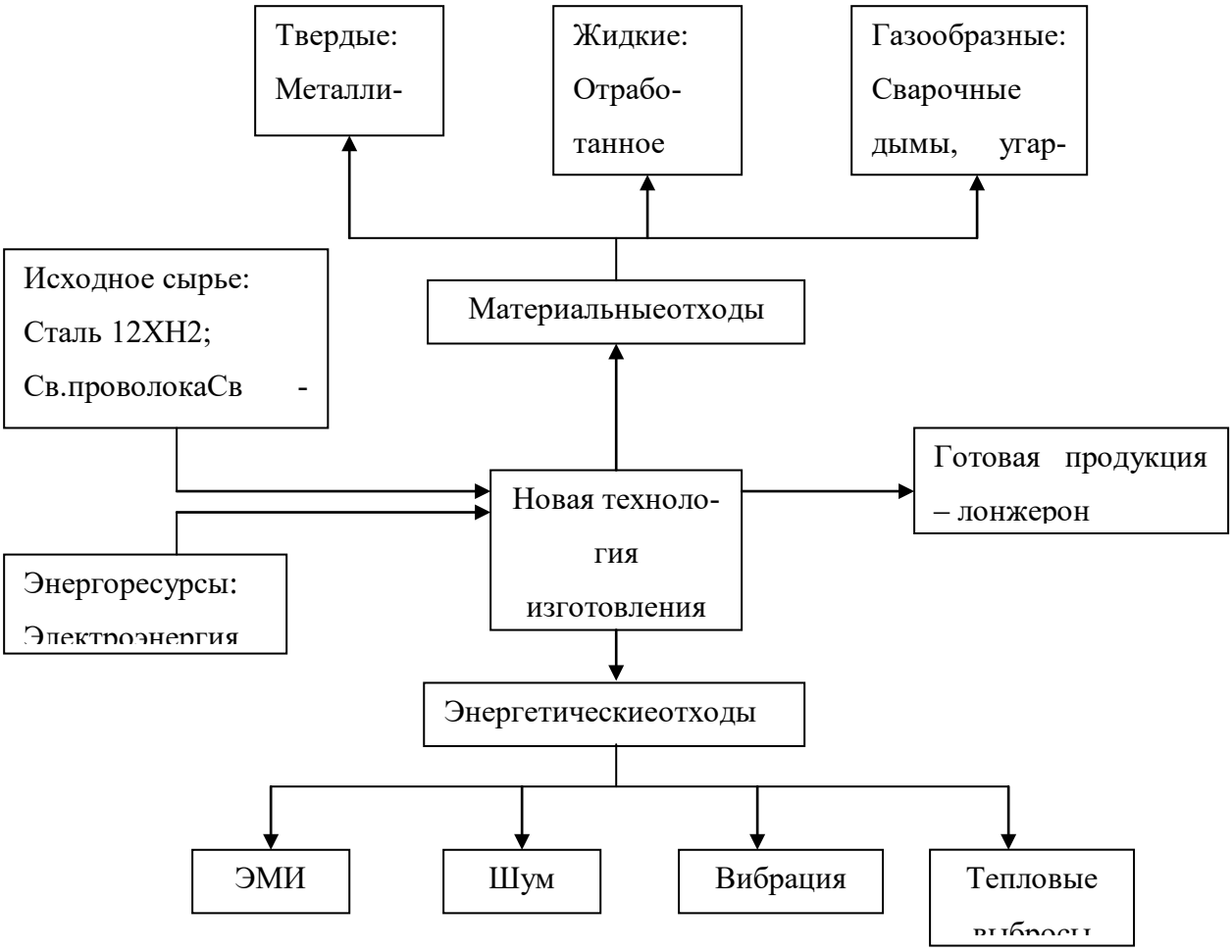


Рисунок 16 - Связи технологического процесса технического контроля с внешней средой

Для осуществления цели дипломного проекта основным сырьем является листовая низколегированная сталь марки 12ХН2. В качестве энергоресурса используется электроэнергия переменного тока, преобразуемая в источнике питания сварочной дуги (2 выпрямителя ВДУ-506) в постоянный ток. В ходе технологического процесса сварки образуются следующие виды отходов: материальные и энергетические, к которым в частности относятся ультрафиолетовое и инфракрасное излучения.

Виды отходов, возникающие в процессе изготовления сварной конструкции представлены в таблице 29.

Таблица 29- Виды отходов при изготовлении лонжерона.

№ п/п	Операция	Материальные отходы	Энергетические отходы
	Получение материала доставка кран-балкой на заготовительный участок	-	Тепловой выброс
	Обработка листов: чистка, правка	Металлическая пыль, вода, отработанное масло	Тепловой выброс, шум, вибрация, ЭМИ
	Сборка и сварка конструкции	Металлическая пыль, сварочные газы, дымы, шлаки	Тепловой выброс, световое, ультрафиолетовое излучение, шум вибрация

Источниками формирующими каждый из приведенных видов отходов, являются:

- Работа кран-балки – расходуется электроэнергия в двигателе, кнопочной станции, в проводах, в тормозах. При расходе электроэнергии выделяется тепловая энергия в этих элементах которая нагревает окружающую среду – тепловой выброс.
- При подготовке металла к резке так же имеют место отходы – при чистке листов металлической механической щеткой, при ее работе возникают отходы в виде вибрации, шума, пыли. При премлении, чистке возникают отходы энергетического характера (тепловые выбросы).
- В процессе сварки электрическая сварка дает тепловой эффект, инфракрасное, ультрафиолетовое и световое излучение. Работа подающего двигателя дает тепловой выброс и ЭМИ. Дуга и источник питания электрического тока дают тепловой, ЭМИ и шумовой эффект – все это энергетические отходы. Так же имеют место и материальные отходы при сварке – это шлаки, сварочные дымы, содержащие окиси легирующих элементов и железа, газа окись углерода.

Анализ технологического процесса сварки конструкции – лонжерон, свидетельствует о его не замкнутом характере, так как все выше перечисленные отходы попадают непосредственно в атмосферу, ухудшая ее состояние, и в конеч-

ном счете эти отходы влияют на состояние людей, животных и весь растительный мир, то есть на экологию.

4.4 Основные требования экологизации проекта

Основной источник выделения вредных веществ в окружающую среду – сварочная дуга. Непосредственно в близи ее концентрация вредных веществ очень высока. Далее конвективный поток эти вещества выносит воздух помещения и повышает общий фон загрязнения окружающей среды. В зоне дыхания сварщика содержание вредных компонентов сварочного аэрозоля значительна (7-10 раз) превосходит ПДК. Придельная допустимая концентрация (ПДК) веществ в воздухе рабочей зоны сварщика представлена в таблице 30.

Таблица 30 – ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны сварщика

Наименование вещества	ПДК, мг/м^3	Класс опасности	Агрегат состояние а-аэрозоль, п-пары	Примечание
Содержание марганца в сварочных аэрозолях % До 20% 20-30%	 0,20 0,10	 2 2	 А А	
Хроматы, бихроматы	0,01	1	А	В пересчете на CrO_3
Оксид Cr (Cr_2O_3)	1,00	2	А	
Никель и его оксиды	0,05	1	А	В пересчете на Ni
Оксид цинка	0,50	2	А	
Титан и его двуоксид	10,00	4	А	
Алюминий и его сплавы	2,00	2	А	По алюминию
Медь металлическая	1,00	2	А	
Вольфрам	6,00	3	А	
Двуоксид кремния аморфный в виде аэрозоля конденсации при содержании от 10-60%	2,00	4	А	
Двуоксид азота	2,00	2	П	
Озон	0,10	1	П	
Оксид углерода	20,00	4	П	
Фтористый водород	0,05	1	П	

Окончание таблицы 30

Соли фтористоводородной кислоты: Хорошо растворимые (NaF, KF) Плохо растворимые (AlF2, NaAlFd)	 0,20 0.50	 2 2	 А А	 По HF По HF

4.5 Основные характеристики технологического проекта

Основные характеристики технологического проекта представлены в таблице 31.

Таблица 31 - Основные характеристики технологического проекта

Показатели	Ед.изм	Количество
Сырье: 1. Сталь 12ХН2 2. Св. проволока Св – 08Г2с 3. Защитный газ CO_2	 т/год т/год т/год	 8,1 0,9 2,1
Энергия 1. Электроэнергия	млн. кВт*ч	1,6
Продукция 1. Лонжерон	тыс. т/год	10,1
Отходы материальные: 1. Металлическая пыль 2. Сварочные дымы, газы 3. Вода, отработанное масло	 тыс. т/год тыс. т/год тыс. т/год	 0,1 1,3 1,1

Для утилизации тепловых выбросов возможна установка на вытяжной вентиляции после очистительных фильтров отвода теплого воздуха для обогрева каких-нибудь вспомогательных не отапливаемых помещений, путем пропуска этого воздуха через радиатор. Это исключит тепловой выброс в атмосферу.

Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки представлены в таблице 32.

Таблица 32 - Мероприятия по ограничению выбросов возникающих в процессе сварки

Предложенные мероприятия	Вредные выбросы до выполнения мероприятий	Вредные выбросы после выполнения мероприятий
Установка источников питания сварочной дуги согласно требуемой мощности	Температура окружающей среды в районе сварочного поста выше, чем по цеху на 4 градуса (18-20 градуса)	Средняя температура в районе сварочного поста в пределах норм
Сборка металлической пыли в местах чистки листов и шлаков от сварки и переплав ее на литейном участке	Эта пыль выбрасывалась в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	В результате переплавки металлической пыли и шлаков от сварки, увеличится выход чистого металла на 1%, идущего на изделие.
Сбор отработанного оберточного материала и сжигание его в печи котельной	Выбрасывался в места сбора производственных и бытовых отходов и вывозилась на свалку	Экономия газа и чистота окружающей территории
Установка системы воздухообмена (вентиляции) для ограничения выбросов (аэрозоли, пары)	Если с помощью этих мероприятия не снижается концентрация вредных выбросов до предельно допустимого значения, то работникам выдают средства индивидуальной защиты.	Чистота окружающей территории (воздуха).

Из таблицы видно, что количество вредных выбросов в атмосферу уменьшится, а природные ресурсы будут использоваться экономично. Таким образом, рекомендуемые к внедрению мероприятия позволят сделать данный технологический процесс по сварке конструкции – лонжерон, более экономичным и ресурсосберегающим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе была разработана технология сборки и сварки лонжерона.

При разработке технологии сборки и сварки лонжерона были решены следующие задачи:

- проведен анализ условий работы лонжерона и особых требований к ним;
- подобран и обоснован способ сварки металлоконструкции;
- проведены необходимые расчеты режимов сварки;
- разработана технология сборки-сварки лонжерона;
- выбрано и обосновано сборочное и сварочное оборудование.
- посчитаны технико – экономические показатели проекта;
- рассмотренны безопасность труда и условия и глобальные экологические проблемы современности.

Список используемых источников

1. А.И. Акулов. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И.Акулов, Г.А.Бельчук, В.П.Демянцевич. - М.: Машиностроение, 1977. – 432с.

2. В. Г. Сорокин, А.В. Волосникова. С.А. Марочник сталей и сплавов / под общ.ред. В.Г.Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640с.

3. ГОСТ 19521-74. Сварка металлов. Классификация. - Введ. 1975.01.01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1980. -35с.

4 . Сварочные материалы для дуговой сварки : справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.

5. ГОСТ 2246-70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. - Введ. 1973-01-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2002. – 35с.

7. ГОСТ 14771-76*. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. - Введ. 1976-01-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 1976. – 39с.

8. ГОСТ 30242-03. Дефекты соединений при сварке металлов плавления. - Введ. 2003-01-01. – М.: Госстандарт РФ: Изд-во стандартов, 2003.

10. ГОСТ 2246-70. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35с

9. Методические указания по экономическому обоснования выпускных квалифицированных работ / сост. М.А. Федулова, Г.И. Журухин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2015. – 38 с.

10. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профес-сий рабочих (ЕТКС). Часть №1 выпуска №2 ЕТКС**.** Раздел ЕТКС «Сварочные работы», 2014. – 38с.

11. Шебеко, Л.П. Оборудование и технология дуговой автоматической и механизированной сварки. - Введ. 1986. – М.: Изд-во стандартов, 1986. - 279 с.

12. В.С. Виноградов. Оборудование и технология дуговой автоматизированной и механизированной сварки. - Введ. 1997. – М.: Изд-во стандартов, 1997. - 319 с.

13. Е.Я. Юдин. Охрана труда в машиностроении: Учебник для машиностроительных вузов/ Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.; Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983, 432 с.

14. Д.В. Коптев. Безопасность труда в строительстве (Инженерные расчеты по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности») Учебное пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 352 с.

15. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. - Введ. 1982-07-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1982. - 35с.

16. НПБ 105-03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. - Введ. 2003-08-01. – М.: Изд-во стандартов, 2003. - 36с.

17. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы. - Введ. 1987-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 36с.

18. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. - Введ. 1982-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1982.- 37с.

19. ГОСТ 12.4.176-89 ССБТ. Одежда специальная для защиты от теплового излучения. Требования к защитным свойствам и метод определения теплового состояния человека. - Введ. 1990-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 35с.

20. СНиП 23-05-95*. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 1996-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1996. - 38 с.

21. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. - 38 с.

22. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – Введ. 2016-11-01. – М.: Изд-во стандартов, 2015. - 35 с.

23. Методические указания по экономическому обоснования выпускных квалифицированных работ / сост. М.А. Федулова, Г.И. Журухин. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2015. – 38 с.

24. Прикладная экономика: учебник /Г.И.Журухин [и др.]; под ред. Г.И.Журухина, Т.К.Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 364 с.

25. Руткаускас, Т.К. Экономика предприятия: учеб. пособие /Т.К. Руткаускас, Г.И. Журухин. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 316 с.

26. Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалифицированной работы / сост. М.А. Федулова, Д.Х. Билалов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2016. – 51 с.

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.723 ПЗ

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.723 ПЗ

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.723 ПЗ